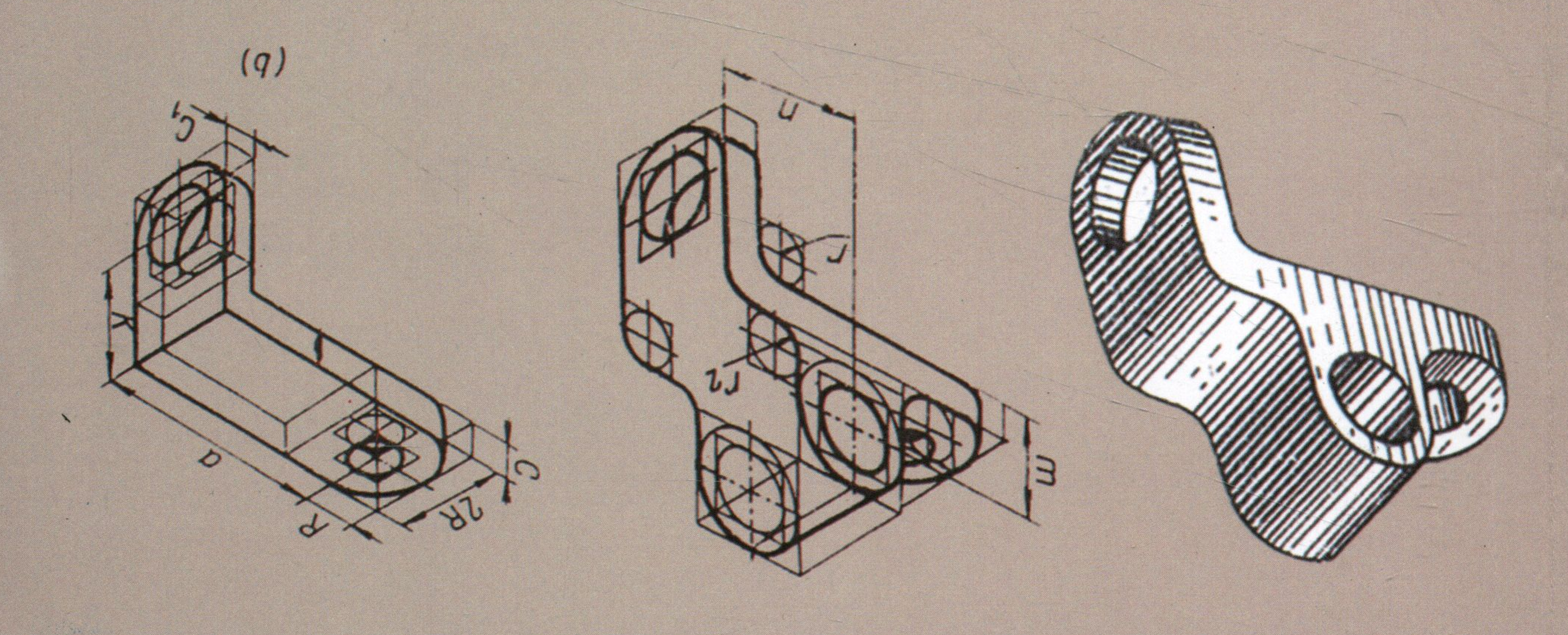
أسس وتطبيقات
الرسم الهندسي

Engineering Drawing



الأستاذ الدكتور
عبد الحميد زكريا شكر

الأستاذ الدكتور
السعيد رمضان العشرى



أسس وتطبيقات
الرسم الهندسى

أسس وتطبيقات

الرسم الهندسي

ENGINEERING DRAWING

الأستاذ الدكتور
عبد الحميد زكريا شكر

الأستاذ الدكتور
السعيد رمضان العشرى

قسم الهندسة الزراعية
كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية





اسم الكتاب: أسس وتطبيقات الرسم الهندسي
المؤلفون :ا د عبد الحميد زكريا شكر

ا د / السعيد رمضان العشرى

الطبعة الثانية: ٢٠١٤

رقم الايداع :٣٦٤٤/ ٢٠١٣

الترقيم الدولى: 978-977-393-139-0

الفهرسة: الرسم الهندسى/ شكر ، عبد الحميد ، السعيد العشرى

بستان المعرفة ٢٠١٤

٢٠٨ ص ٢٠ × ٢٩ سم

تدمك : ٠ ـ ١٣٩ ـ ٣٩٣ـ ٩٧٧ـ٩٧٨

أ- العنوان-

ديوني : ٦٠٤.٢

الناشر

مكتبة بستان المعرفة

ج. م .ع - كفر الدوار - الحدائق – ش سور المصنع أمام أبراج الحلوانى

☎: ٠٤٥/٢٢١١٤٩٥ & الإسكندرية ٠١٢١١٥١٢٣٧٠

E-mail: bostan_elma3rafa@yahoo.com

الطباعة و التجهيزات الفنية:

دار العالمية لطباعة

مقدمة

الرسم الهندسى هو اللغة التخطيطية التى توضح وتعبر عن الأفكار والبيانات الضرورية اللازمة لعمل وصنع وتنفيذ الأعمال الموكلة للمهندسين والمصممين والرسامين. وهى لغة التخاطب بين المصممين والمهندسين والفنيين ونقل الأفكار بغض النظر على اختلاف مستوياتهم العلمية واختلاف لغاتهم. ويجب على اى مهندس او فنى دراسة الرسم الهندسى وفهمه. وتتميز لغة الرسم الهندسى بعدم الغموض حيث ان الشكل الواحد لا يتحمل أكثر من معنى واحد. ويعتبر الرسم الهندسى المرحلة الأولى فى أنشاء أية صناعة أو أى منتج.

وإيماناً منا بأهمية توفير كتاب عن الرسم الهندسى عملنا على إخراج هذا الكتاب ليكون عوناً لأعزائنا طلبة كليات الجامعات والمعاهد العليا والمشتغلين فى الأعمال الهندسية. وقد جاء الكتاب كحصيلة لتدريس مادة الرسم الهندسى فى الكليات والمعاهد الفنية لسنوات طويلة. ويتناول هذا الكتاب مقدمة فى أساسيات وقواعد الرسم الهندسى وطرق رسم المنحنيات والأشكال الهندسية وكتابة الأبعاد وقواعد الإسقاط العمودى وكذلك يتضمن قواعد رسم المجسمات الهندسية (المنظور الهندسى) كما يتضمن الكتاب شرحاً للقطاعات المعدنية ويشتمل الكتاب أيضاً على أمثلة محلولة وتمارين تطبيقية على كل باب. وقد روعى عند إعداد هذا الكتاب أن نبين الأسس والعمليات الهندسية المختلفة والمصطلحات المستخدمة التى يبنى عليها الرسم الهندسى ليكون عوناً للطلبة وللمتخصصين. كما روعى وفرة وتنوع الأمثلة التى تساعد على تفهم هذا العلم وكذلك وفرة التمارين حتى تتحقق الفائدة المرجوة من هذا الكتاب.

ونسأل الله تعالى أن نكون قد وفقنا فى إعداد هذا الكتاب وأن يكون إضافة للمكتبة العلمية العربية وعوناً للدارسين والمشتغلين بالأعمال الهندسية على أداء مهامهم.

والله ولى التوفيق

المؤلفان

تمهيد

مقدمة تاريخية عن الرسم الهندسي:

قبل وضع القواعد والأسس للرسم الهندسي واستخدامه في الإنتاج الصناعي كان صاحب الشغلة أو الفكرة أو الماكينة المراد صناعتها يتوجه إلى الورش الصغيرة ويتحدث مع العامل واصفاً له ما يتخيله تقريباً مع التمثيل باليد أو التخطيط على الأرض وكثيراً ما كان يستمر في ملازمته للعامل حتى يتم إنجاز المطلوب ملاحظاً خطوات العمل ومدى إنتاجه للشغلة مع الصورة التي في ذهنه. ومع تطور الزمن وجد الإنسان أن هذه الوسيلة وما لها من متاعب لا يمكن أن تستمر في نظام الإنتاج فبدأ يفكر في وسيلة عملية أخرى تغنى عنها فكانت الطريقة التخطيطية بالرسم على الورق. وقد تطورت وتحسنت وتقدمت بمرور الوقت وعرفت بالرسم الهندسي.

والرسم الهندسي للمعدات في تاريخه القديم وعلى الصورة التي كان يختص بها في ذاك الوقت، كان مرتبطاً ارتباطا كاملاً بالمناجم وأعمال التعدين وأيضاً كان مرتبطاً بوقت الحرب حيث الحاجة إلى أدوات ومعدات القتال والدفاع. ففي عام ٢١٢ قبل الميلاد استخدم أرشميدس نوعاً من الرسومات في شكل المنظور الهندسي القريب من التصوير. وفي عام ٣٠ قبل الميلاد ولدت فكرة الطريقة المستخدمة الآن وهي استخدام خطوط هندسية في ترتيب ونظام خاص على شكل ما يسمى "المساقط" حيث بدأ في استعمالها رجل روماني يدعى "فيتربوفيس" كان يشتغل في أشغال المباني والميكانيكا. ولقد ظلت هذه الطريقة بفكرتها الوليدة محبوسة زمناً طويلاً جداً حتى بعد القرن السادس عشر. حيث اهتم المشتغلون بالصناعة بالبحث عن الوسيلة التي تمكنهم إنتاج الماكينات التي بدئ في انتشارها لا في المناجم فقط بل في الصناعات التي تحولت من الإنتاج اليدوي إلى الإنتاج الآلي وكان الفضل في انتشار طريقة تحضير الرسم الهندسي على هيئة مساقط يرجع إلى مهندسا المباني الإيطاليين برونبليشر والبرى. ومع تطور الصناعة بدأ الرسم الهندسي يأخذ مكانته في الصناعة كعامل أساسي في الإنتاج. وكان القرن الثامن عشر وعلى وجه التحديد عام ١٧٧٥م هو التاريخ الصحيح لبداية التاريخ الحديث للرسم الهندسي. وفي القرن التاسع عشر بدأ التطور يأخذ اتجاهاً قوياً وسريعاً، ففي هذا القرن وضع الفيلسوف الرياضي "جاسبارد" منهج النظام الكامل للرسم على طريقة الاسقاط والمساقط ذات التفاصيل المفيدة لسهولة قراءة الرسم وجعله صورة للأشغال عند تمام صناعتها. وفي أواخر القرن التاسع عشر أصبحت عملية تحضير الرسومات مهنة يمارسها اشخاص مختصون ومتفرغون لها. ومن هنا بدأ تطور وظيفة الرسام وأصبح هناك اختصاص لكل

عمل يتصل بالرسم فهناك من يقوم بإعداد صور على الشفاف وهناك من يقوم برسم التفاصيل والرسومات التنفيذية وهناك مهندس التصميم الذى يقوم بإعداد رسم التصميم... الخ. وفى ظروف التطور الصناعى كان الرسم هو الساعد الأيمن لرجال الصناعة للنهوض بها وتطويرها وقيام التقدم الصناعى.

ومع تطور الكمبيوتر ظهرت برامج يطلق عليها برامج التصميم بمساعدة الحاسب (Computer – Aided Design) وتختصر CAD وبرامج التصنيع بمساعدة الحاسب (Computer – Assisted Manufacturing) وتختصر CAM وهذه البرامج تحتاج اجهزة خاصة مثل الراسم (Plotter) والقلم الضوئى والفأرة. وتتيح هذه البرامج للمصمم رسم التصميم وتعديله وتكبير أى جزء مراد دراسته أو تعديله، وأيضاً تقوم هذه البرامج بحساب كفاءة التصميم وقدرته على تحمل الإجهادات المختلفة المتوقع أن يتعرض لها عند الاستعمال، وبرامج التصميم تعطى صورة ثلاثية الأبعاد للجزء المصمم ويمكن أن تجمع الأجزاء المنفصلة للحصول على المنتج النهائى ومعرفة إذا كان يوجد خطأ فى التصميم فى حالة عدم نجاح عملية التجميع. من البرامج المنتشرة فى هذا المجال برنامج أوتوكاد Auto CAD الذى يوفر إمكانيات هائلة لتنفيذ الرسومات الهندسية.

تعريف الرسم الهندسى : يمكن تعريف الرسم الهندسى أنه لغة تخطيطية وهندسية تستخدم فى التفاهم ونقل الأفكار الفنية والهندسية بين رجال التصميم والصناعة ولهذه اللغة قواعدها وأسسها.

الباب الأول

أدوات الرسم الهندسى

Engineering Drawing Tools

تتكون الرسومات الهندسية من مجموعة من الخطوط والمنحنيات ولتوقيع هذه الرسومات بدقة وكفاءة يتطلب الأمر استخدام أدوات وأجهزة بطريقة صحيحة. توجد أنواع وأشكال مختلفة لأدوات الرسم الهندسى يختلف بعضها عن بعض باختلاف دقة وأهمية كل منها وليست العبرة بكثرة أدوات الرسم وتنوعها بل العبرة بالقيمة المستفادة منها من خلال الرسومات. ويستخدم فى الرسم الهندسى العديد من الأدوات منها:-

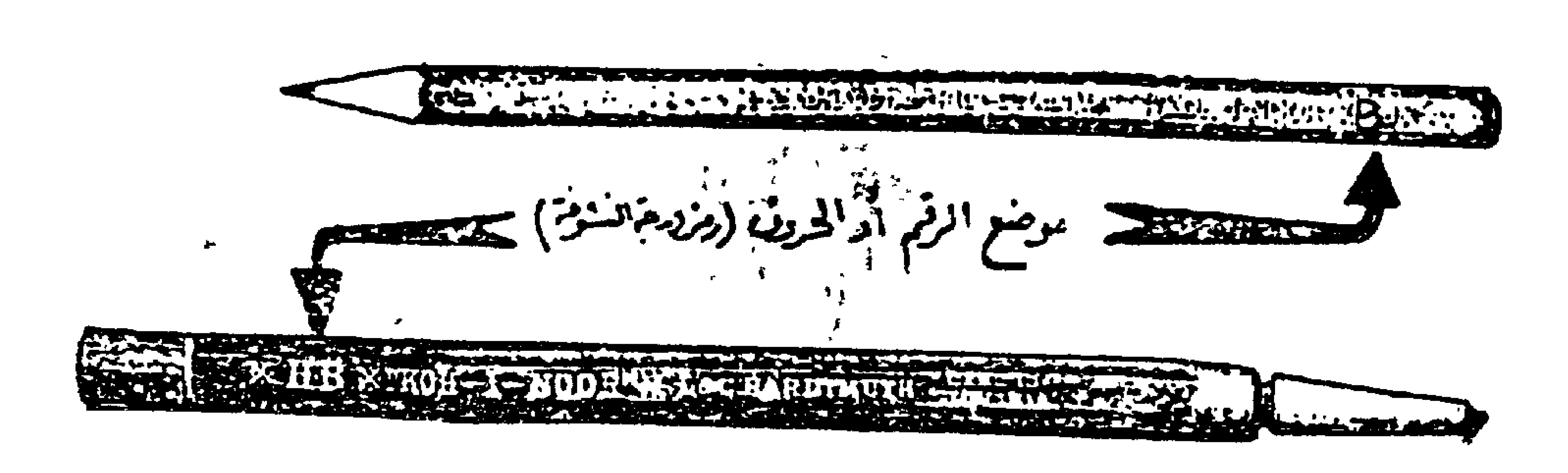
الأقلام الرصاص Drawing Panicles

يجب اختيار أقلام الرصاص المستخدمة فى الرسم بعناية . يجب أن تكون من الأنواع الجيدة التى لا تتسبب فى اتساخ لوحة الرسم عند احتكاك المسطرة والمثلثات بها.

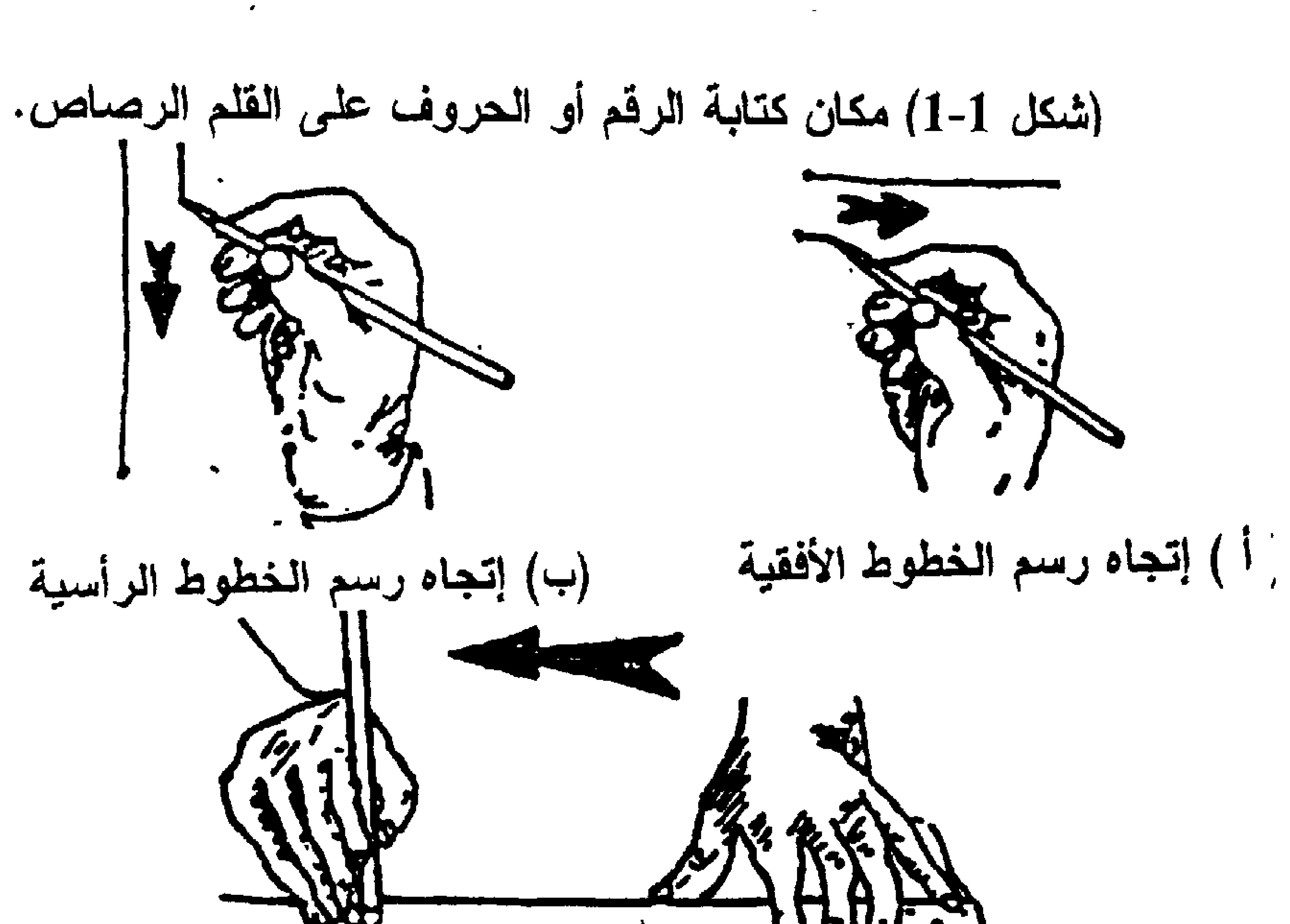
وتكتب بعض الحروف والأرقام على اطراف الأقلام الرصاص لتحديد درجة صلادتها فمثلاً حرف H يشير إلى صلادة القلم أو نشوفيته ويتلوه 2H , 3H وهكذا حتى 6H وزيادة الرقم تعنى زيادة صلادته ويشير الحرف B إلى ليونة القلم أو طراوته ويتلوه 2B ,3B وهكذا حتى 6B ويعتبر الجمع بين الحرفين B, H فى قلم واحد يسمى HB أنه قلم متوسط الصلادة والليونة وتوجد أقلام مكتوب عليها حرف F وهى متوسطة فى صلادتها ومتدرجة أيضاً. ويستعمل القلم H للرسم المبدئى مع مراعاة عدم الضغط عليه حتى لا يترك أثراً على ورق الرسم. وعند إعادة الرسم على نفس الخط يستخدم قلم HB وهو أقل صلادة وذلك لإظهار أجزاء الرسم النهائى المطلوب لتكون أكثر وضوحاً ويستعمل قلم B أو HB فى الكتابة كالحروف والأسماء والأبعاد. وتستعمل الأقلام B ودرجاتها فى رسم الأشكال التى تتطلب تظليل. ويوضح (شكل 1-1) مكان كتابة الرقم أو الحروف على القلم الرصاص. وقلب القلم قد يكون ثابتاً داخل الغلاف الخشبى الخارجى أو يكون متحركاً ومنفصلاً عنه حيث يمكن استبدال هذا القلب الجرافيتى بآخر كلما تآكل ويسمى هذا النوع بالقلم المجوف ويتراوح

قطر القلب الجرافيتى ما بين 3mm مم حتى 0.5mm. ويفضل هذا النوع من الأقلام عن القلم العادى وذلك لثبات طول القلم.

يفضل عند استخدام القلم الرصاص أن تكون حركة القلم من اليسار إلى اليمين وفى الوضع رأسى بقدر الإمكان ويكون القلم مائلاً قليلاً فى اتجاه سير الرسم. ويوضع القلم أثناء الرسم فى قبضة اليد ولابد من المران عليه حتى نتمكن من استعماله صحيحاً. ويوضح شكل (1-2) الأوضاع الصحيحة للقلم وطريقة وضعه بين أصابع اليد عند رسم الخطوط الأفقية والرأسية.



(شكل 1-1) مكان كتابة الرقم أو الحروف على القلم الرصاص.



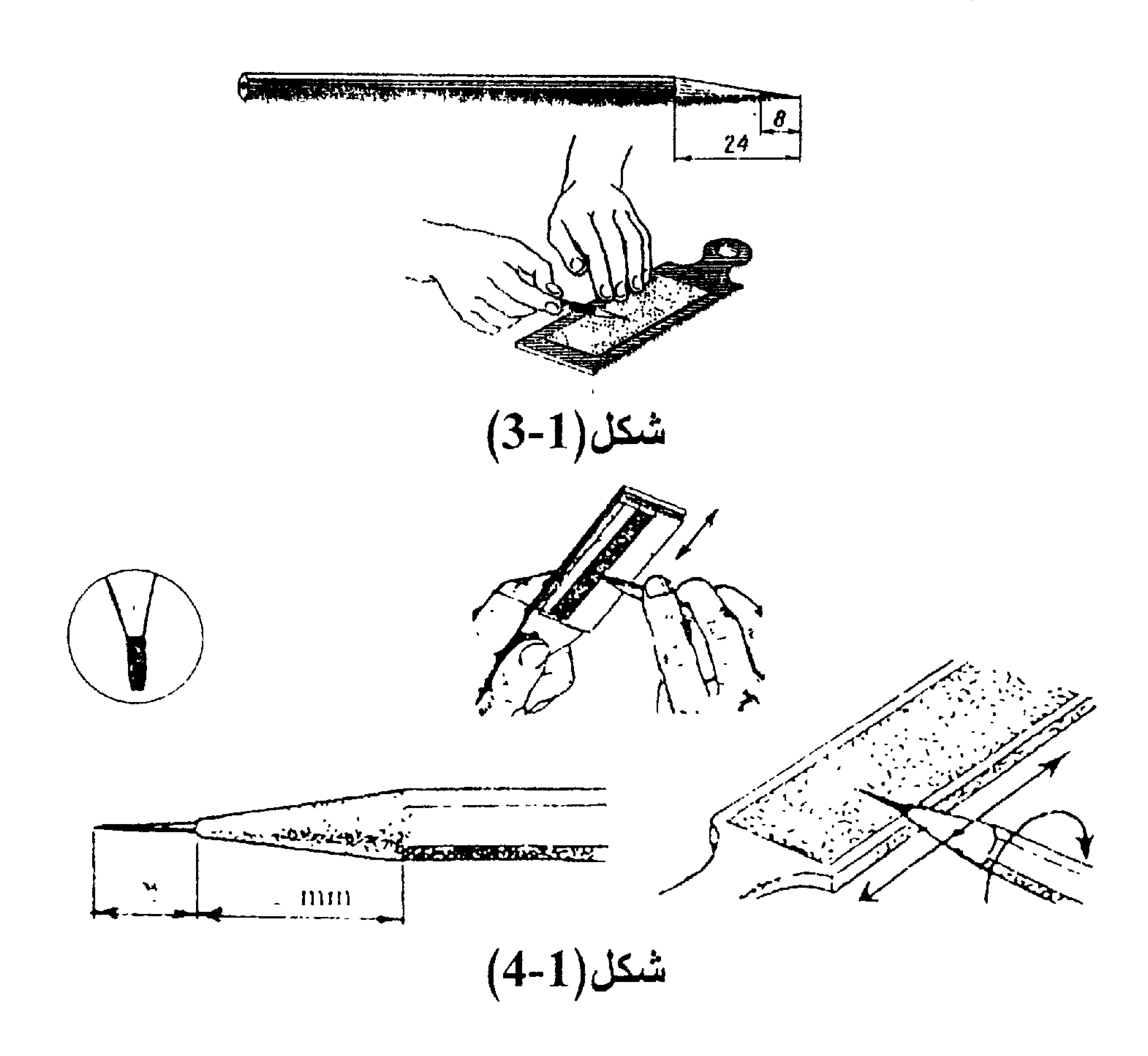
(أ) إتجاه رسم الخطوط الأفقية

(ب) إتجاه رسم الخطوط الرأسية

(جـ) قبضة اليد أثناء رسم الخطوط الأفقية باستخدام المسطرة T

شكل (1-2) : الأوضاع الصحيحة لاستخدام القلم الرصاص

تبرى الأقلام من نهايتها الخالية من الحروف والأرقام ويكون البرى مخروطى الشكل ويكون ارتفاع مخروط البرى 28mm وارتفاع السن الرصاص 8mm (شكل 1-3) . وهناك طريقتان لبرى السن وهما الطريقة المدببة والطريقة المشطوفة ويستعمل ورق الصنفرة الناعم المثبت على قطعة من الخشب لتسوية برية القلم بين حين وآخر حتى نحصل على خطوط رفعية ودقيقة كما فى شكل(1-4) ولابد من ملاحظة تجنب استعمال القلم الرصاص عند طول 75 mm حيث يصـعب الـتحكم فيـه وتحريكه أثناء الرسم والحصول على خطوط منتظمة.



شكل(1-3)

شكل(1-4)

الممحاه (الأستيكة) Eraser Rubber

الممحاه من الأدوات الهامة الرئيسية التى لا يستغنى عنها الرسام وذلك لإزالة الأخطاء مـن مكانها أو إزالة الزيادة التى تكون فى الخطوط. والممحاه الجيدة هى التى تمحو الرسم بسـهولة دون خدش الورق فيتلف سطحه بشرط أن يكون المسح بها من غير ضغط شديد وفى اتجاه واحـد كلمـا أمكن ذلك. وكلما كانت الممحاه المستخدمة فى محو الرصاص شديدة المرونة كلما كانت أكثر جودة، ومن الأفضل أن نقلل من استخدام الممحاه بقدر الإمكان.

المسطرة حرف T (T-Square)

وتكون المسطرة من جزئيين هما الجزء الرأسى والجزء الحر. ويشكلان هذان الجزأن حرف T وتصنع المسطرة من خشب متين كالماهوجنى ويضاف لكل من الرأس والحد شريط من الأبنوس وتكون حافتها مشطوفة إلى سمك 1.5 mm وقد تصنع المسطرة من البلاستيك. يختلف طولها حسب حاجة الاستعمال ويتراوح من 900 إلى 1200 mm ويجب أن يكون الجزئيين مثبتين بمسامير قلاوظ وذلك منعاً من حدوث أى خلل فى الانفراج الثابت بينهما. ويجب التأكد قبل استعمال المسطرة من تعامد الجزئيين وثباتهما مع بعض ويوضح شكل(1-5) المسطرة حرف T. وعند استعمال هذه المسطرة يجب التأكد من ملامسة رأسها مع اللوحة الخشبية ويتم ذلك باليد اليسرى (شكل1-6). ويوضح شكل(1-6) ايضا كيفية استخدام المسطرة لرسم الخطوط الأفقية وكما يوضح (شكل 1-7) كيفية استخدام المسطرة مع أحد المثلثات لرسم الخطوط الرأسية.

وتستعمل المسطرة حرف T لرسم الخطوط الأفقية وذلك بانزلاقها على اللوحة الخشبية على دليل هو الرأس التى تكون جهة اليسار منها وتنزلق إلى أعلى وإلى أسفل ويستخدمها الرسام أيضاً لتكون دليلاً للمثلثات بارتكاز المثلثات عليها عند رسم أى نوع من الخطوط الرأسية أو المائلة بزاويا المثلثات. ولا يجوز استعمال المسطرة فى رسم الخطوط الرأسية خوفاً من أن تكون حافات اللوحة غير متعامدة تماماً. يجب ايضاً أن يكون سلاح المسطرة خالياً من أى التواء حتى لا ينتج عن ذلك انزلاق المثلثات تحت المسطرة.وفى مكاتب الرسم الكبيرة تستخدم ماكينة الرسم وهى تربط فى جانب اللوحة من طرف وتستخدم من الطرف الآخر للرسم وهى تتكون من مسطرتين متعامدتين ومربوطتين سوياً فى رأس تتحرك على قرص مدرج لإمكان تحريكهما معاً على أى زاوية.

الشروط الواجب توافرها فى المسطرة الحرف T

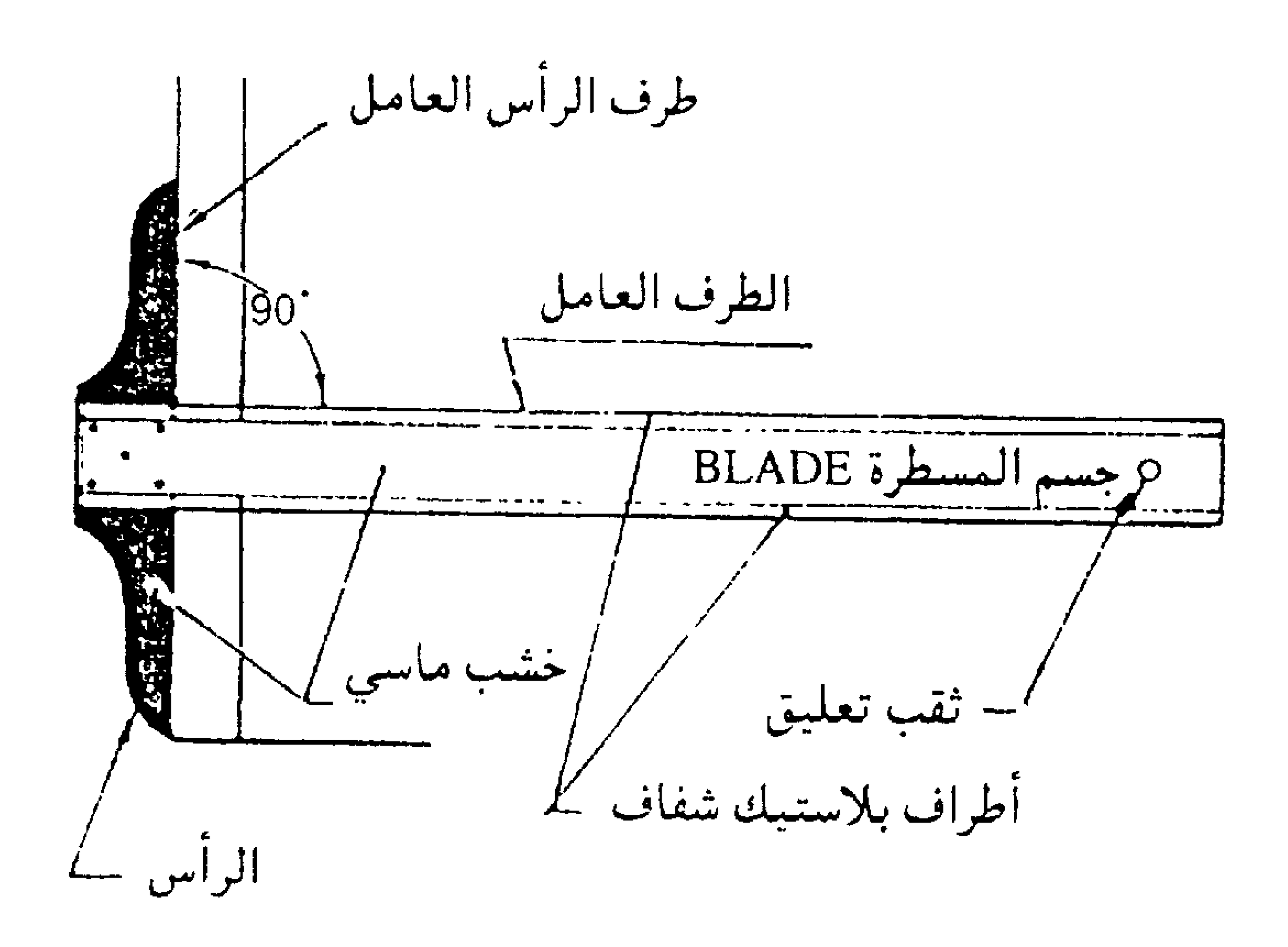
١- يجب أن يكون الطرف العامل بالمسطرة مستقيما ليعطى عند الرسم خطوطاً مستقيمة، كما يمكن استخدامه كقاعدة إسناد للمثلثات.

٢- يجب أن تكون أسطحها ناعمة ملساء، بحيث لا تكون مصدراً لخدش أو تمزق اللوحة فى أثناء انزلاقها.

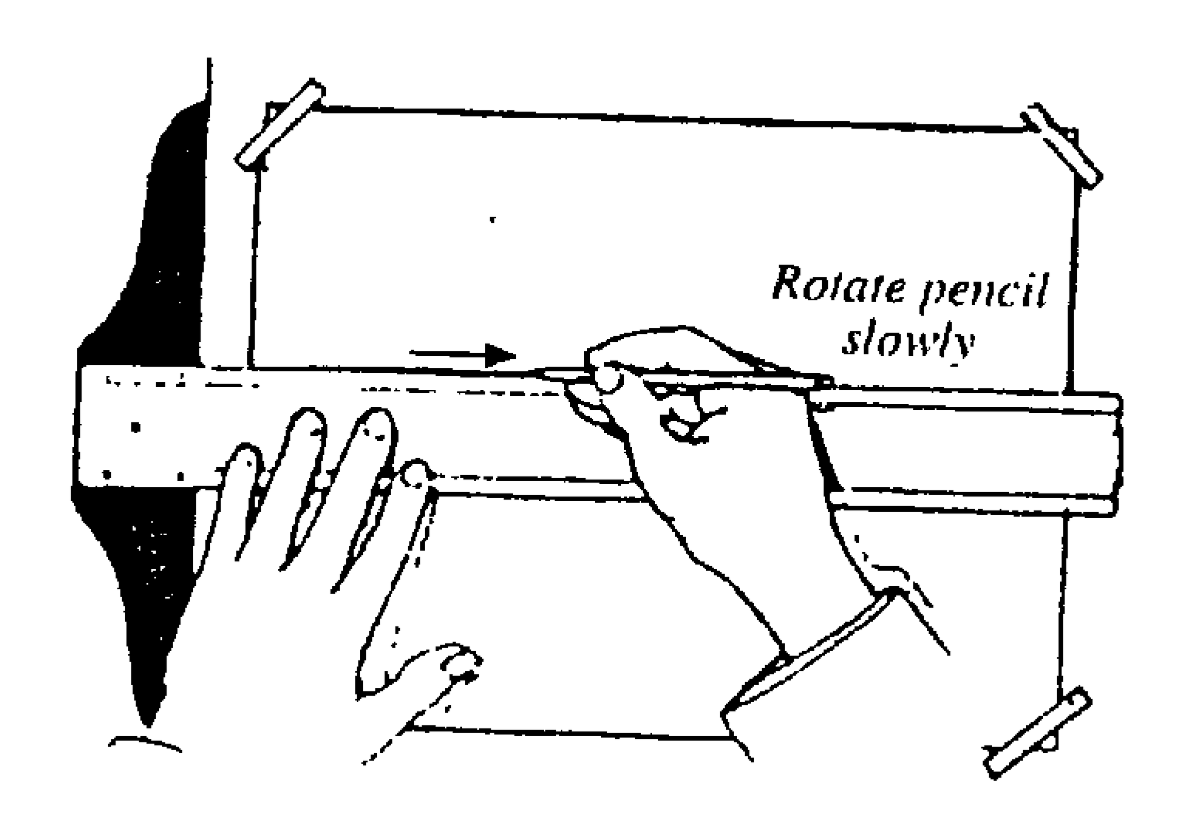
٣- يجب تعامد المسطرة مع الرأس تعامداً دقيقاً ليعطى خطوطاً دقيقة.

٤- يجب أن يكون الطرف العامل بالمسطرة مقاوماً للتآكل، كما يجب أن يكون ناعم الملمس.

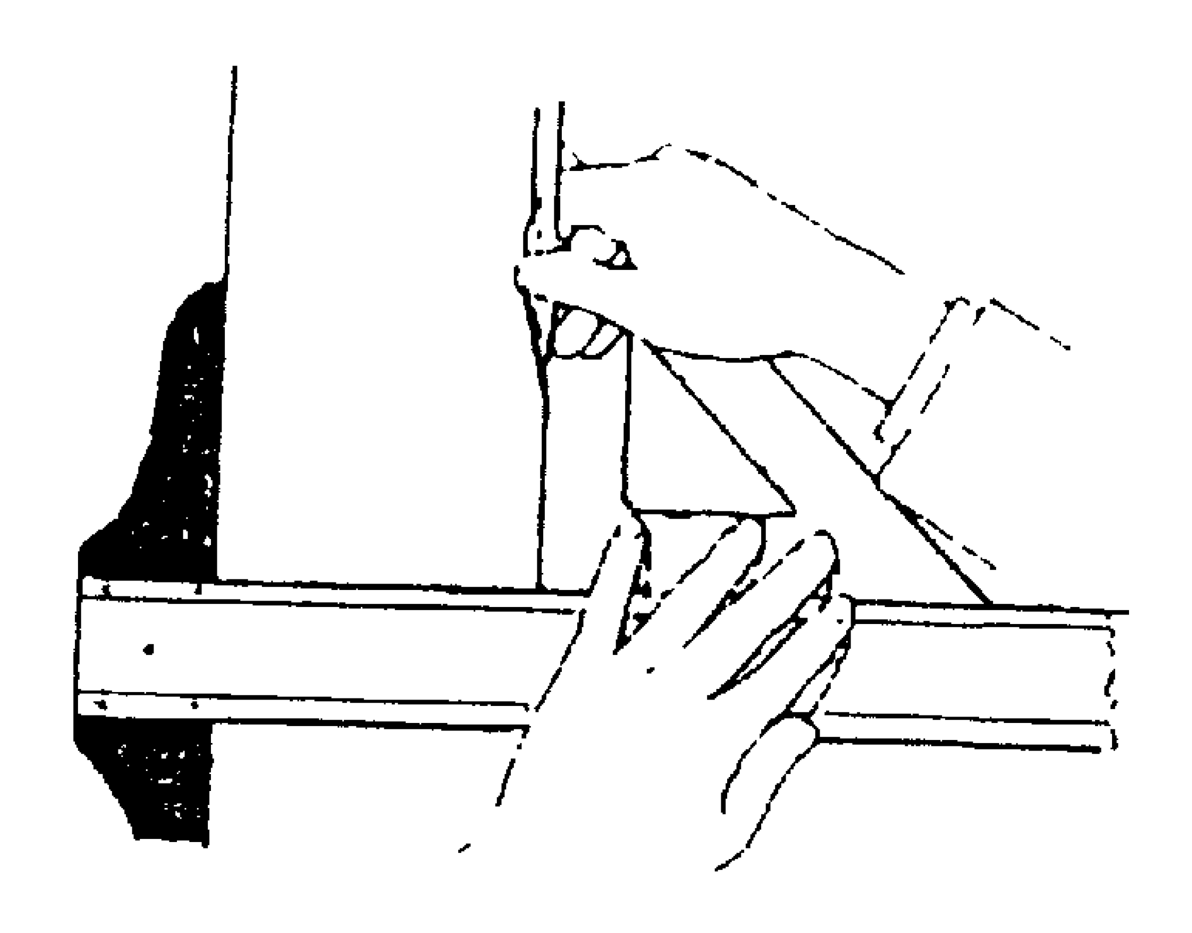
٥- يجب أن تكون خفيفة الوزن.



شكل(1-5): المسطرة حرف T



شكل(1-6) : استخدام المسطرة لرسم الخطوط الأفقية



(شكل 1-7): استخدام المسطرة Tمع مثلث لرسم الخطوط الرأسية.

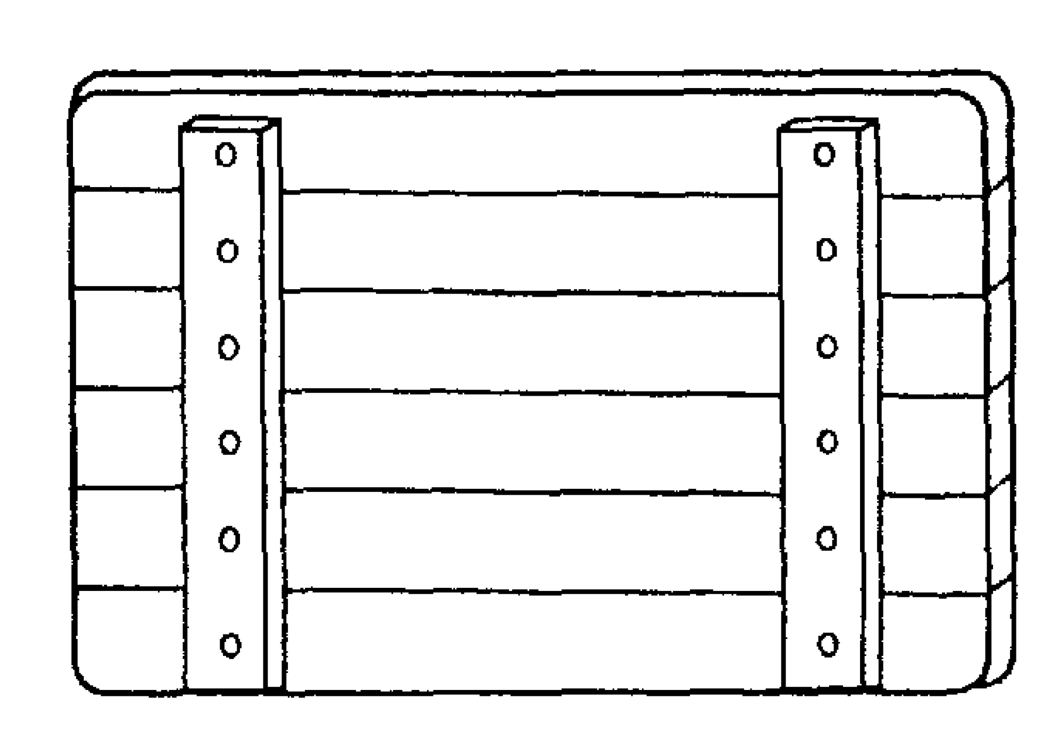
لوحة الرسم الخشبية Drawing Board

تصنع لوحة الرسم عادة من خشب له صفات تجعلها صالحة للغرض من صنعها واستعمالها وهذه الأخشاب مرنة السطح وذلك للاحتفاظ بالسطح أملس وناعم ولا يتأثر بضغط القلم الرصاص عليه. وتكون أبعاد اللوحة الخشبية 40.5x73.5cm أو 58.5x78.5cm وهى أكبر قليلاً من مقاسات الورق الذى يستخدم فى إعداد الرسومات. ويجب أن تكون ذات سطح مستوى أملس خال من الشروخ وأن تكون زواياها قائمة. وفى اللوحات الجيدة يضاف إلى حافة أو حافتين منها شريط من الأبنوس أو الألمونيوم تام الاستقامة ليسهل تحريك المسطرة حرف T عليه ويركب على اللوحة من الخلف عارضتان خشبيتان مثبتتان فى الألواح بمسامير قلاوظ تنزلق على وردات نحاسية مستطيلة وهذا التركيب يسمح بتمدد الخشب وانكماشه تبعاً لتقلبات الجو دون أن يتقوس سطح اللوحة أو يتشقق ويوضح شكل(1-8) نموذج من لوحة الرسم الخشبية. ويجب التحقق من استقامة حرف المسطرة الأبنوس بتطبيق حد المسطرة حرف T عليها للتحقق من تمام انطباق ذلك الحد على تلك الحافة. ويتم تثبيت أوراق الرسم عليها عن طريق أربعة دبابيس او لصق فى الأركان الأربعة.

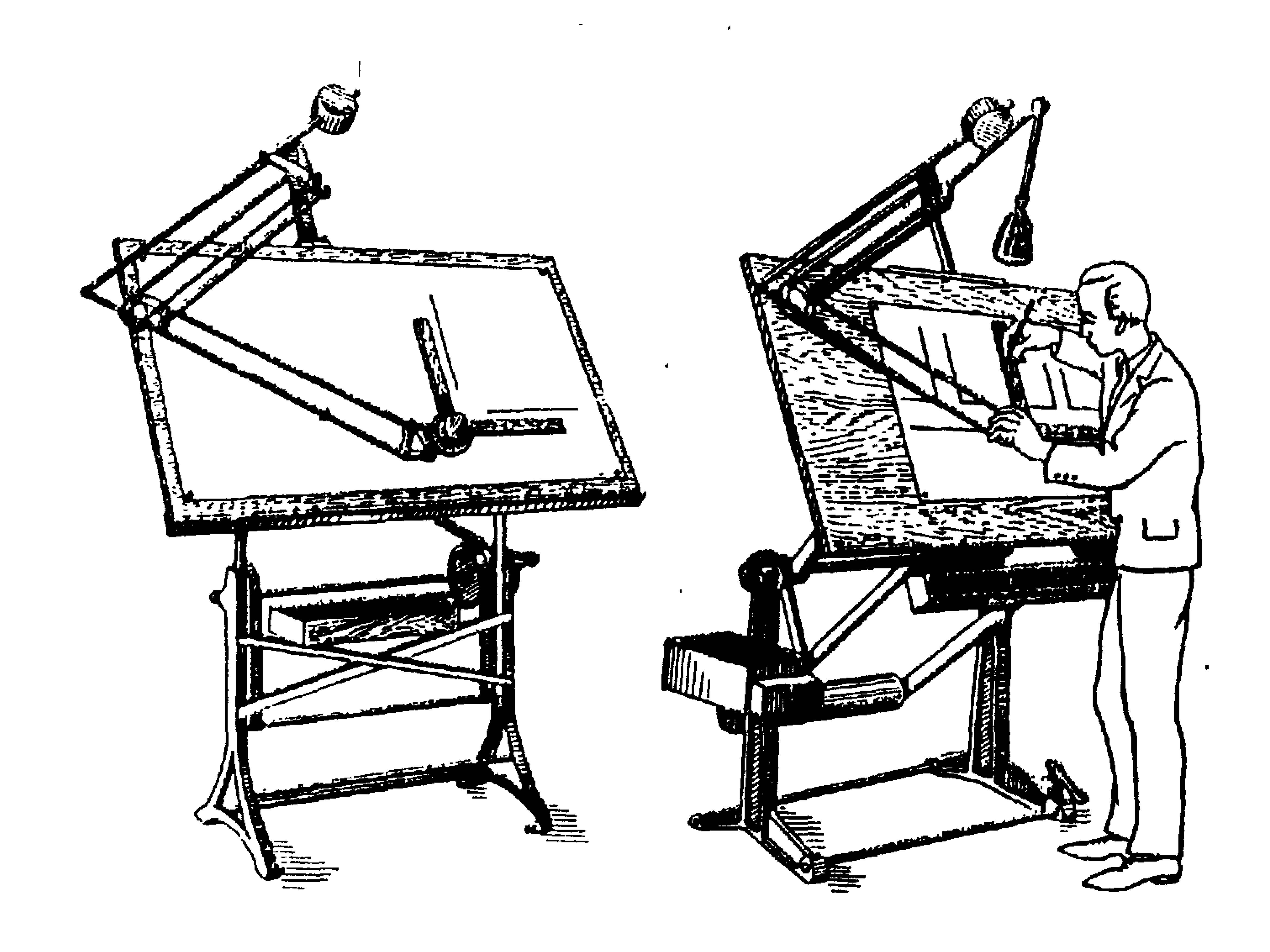
وفى بعض مكاتب الرسم الكبيرة تستخدم فى اللوحات أجهزة ميكانيكية وروافع تساعد على وضع اللوحة فى أى حالة سواء رفع أو خفض. وتصنع اللوحة من اللدائن plastics وتثبت على قاعدة مصنوعة من الخشب أو المعدن كما يوضح شكل (1-9) بحيث تسمح بتحرك اللوحة إلى أعلى وإلى أسفل كما يمكن تعديل زاوية الميل بحيث تكون مريحة للراسم.

تزود لوحة الرسم ببعض الأدوات المساعدة مثل آلة الرسم Drafting Machine، وهى عبارة عن جهاز مثبت باللوحة بطريقة تسمح بتحريكه بسهولة إلى أية نقطة على سطحها العامل، وبذلك يستغنى عن استعمال بعض أدوات الرسم مثل المسطرة حرف T والمسطرة العادية والمثلثات والمنقلة. وتصنع لوحات الرسم بأبعاد مختلفة لتتناسب مع جميع متطلبات الرسومات الهندسية.

وتساعد لوحة الرسم المزودة ببعض الأدوات المساعدة السابق ذكرها فى الحصول على رسومات ذات دقة عالي، أكثر من التى يمكن الحصول عليها عند استعمال أدوات الرسم التقليدية.



شكل(1-8): نموذج من لوحة الرسم الخشبية التقليدية



شكل (1-9) : آلة الرسم Drafting Machine

شروط ومواصفات لوحة الرسم:

يجب أن تتمتع لوحات الرسم بالشروط والمواصفات التالية:

١- لا تتعرض للإنحناء أو الانكماش أو التمدد نتيجة للتقلبات الجوية.

٢- سطحها العامل مستوى تماماً وخال من التموجات

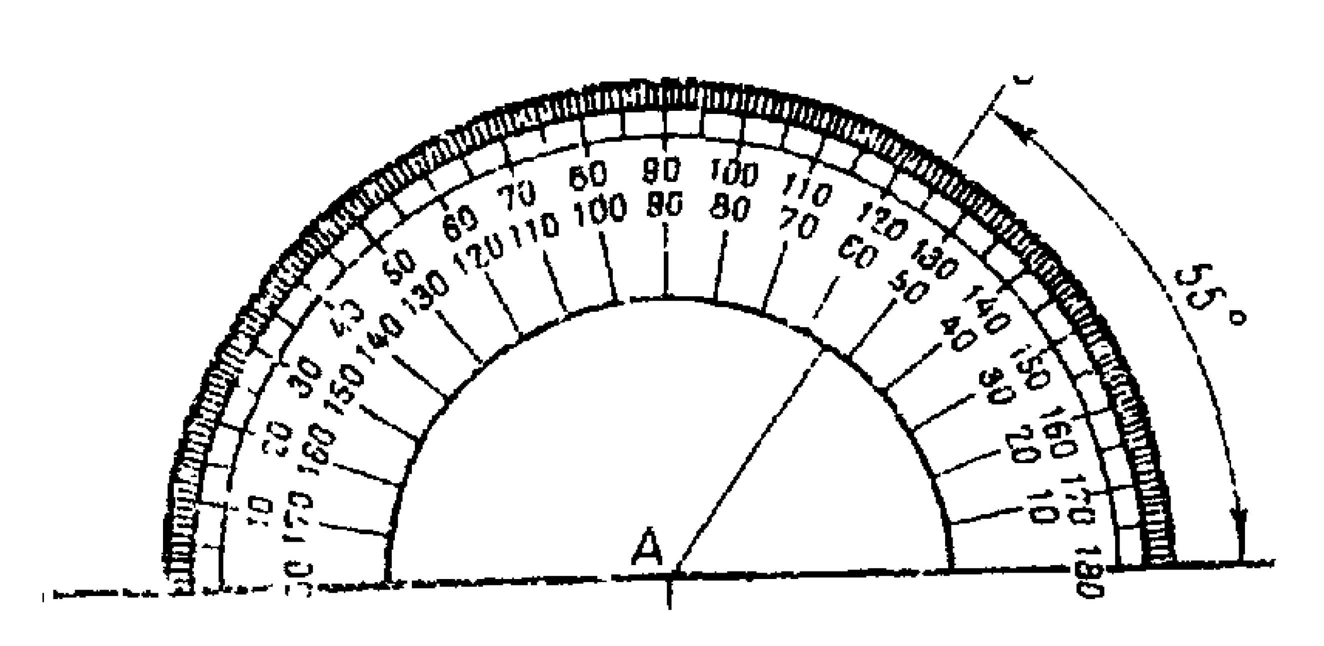
٣- جوانبها الأربعة مستوية ومتعامدة مع بعضها.

المنقلة Protractor

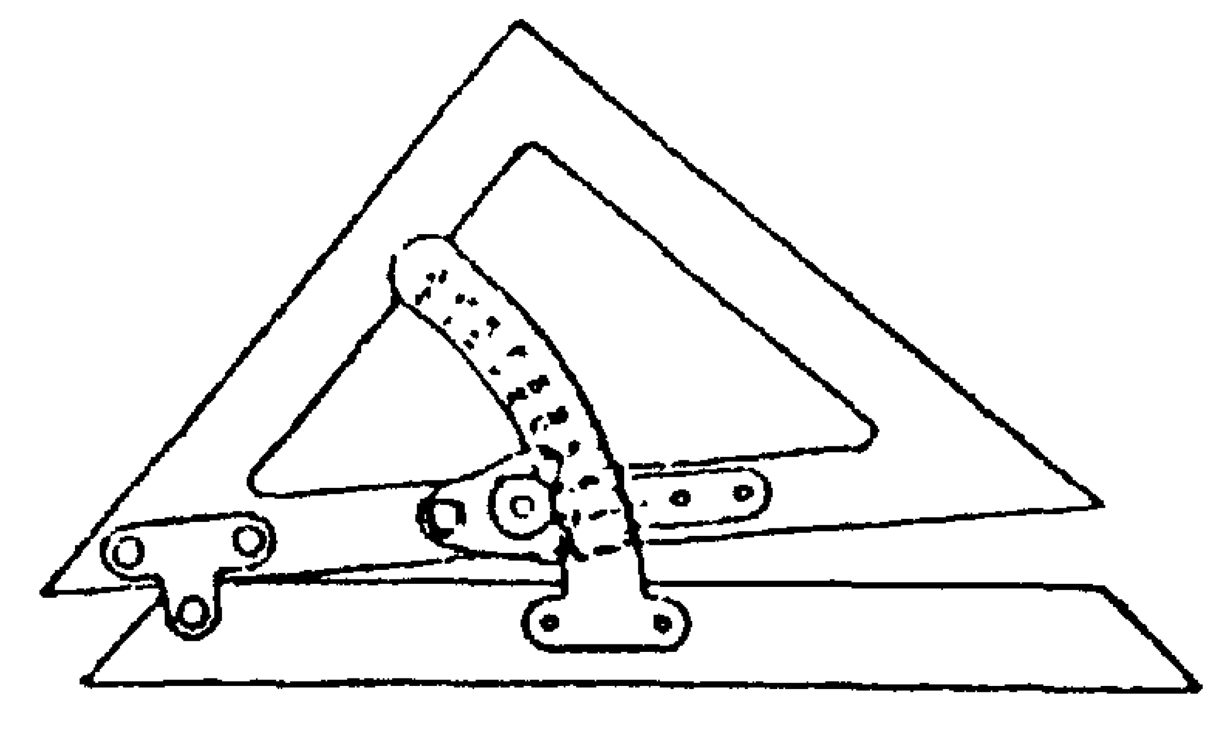
تصنع المناقل من اللدائن الشفافة وبألوان مختلفة وتستخدم فى رسم الزوايا التى لا يمكن رسمها عن طريق المثلثات، وكذلك تستخدم فى قياس الزوايا المختلفة. والمناقل لها أشكال مختلفة وشكل(1-10) يوضح أهم اشكالها، علماً بأن المنقلة النصف دائرية هى الأكثر استعمالاً.

الزاوية المتغيرة Drafting Angles

تصنع الزاوية المتغيرة (شكل 1-11) من اللدائن الشفافة أو الألوان. وتجمع الزاوية المتغيرة الموضحة بين المثلث القائم الزاوية والمنقلة. ويستخدم لنفس أغراض المثلثين والمنقلة، حيث تثبت على الدرجة المطلوبة وترسم الخطوط المائلة على ورقة الرسم.



شكل(1-10): المنقلة



(شكل 1-11): الزاوية المتغيرة

مثلثات الرسم Tri angles

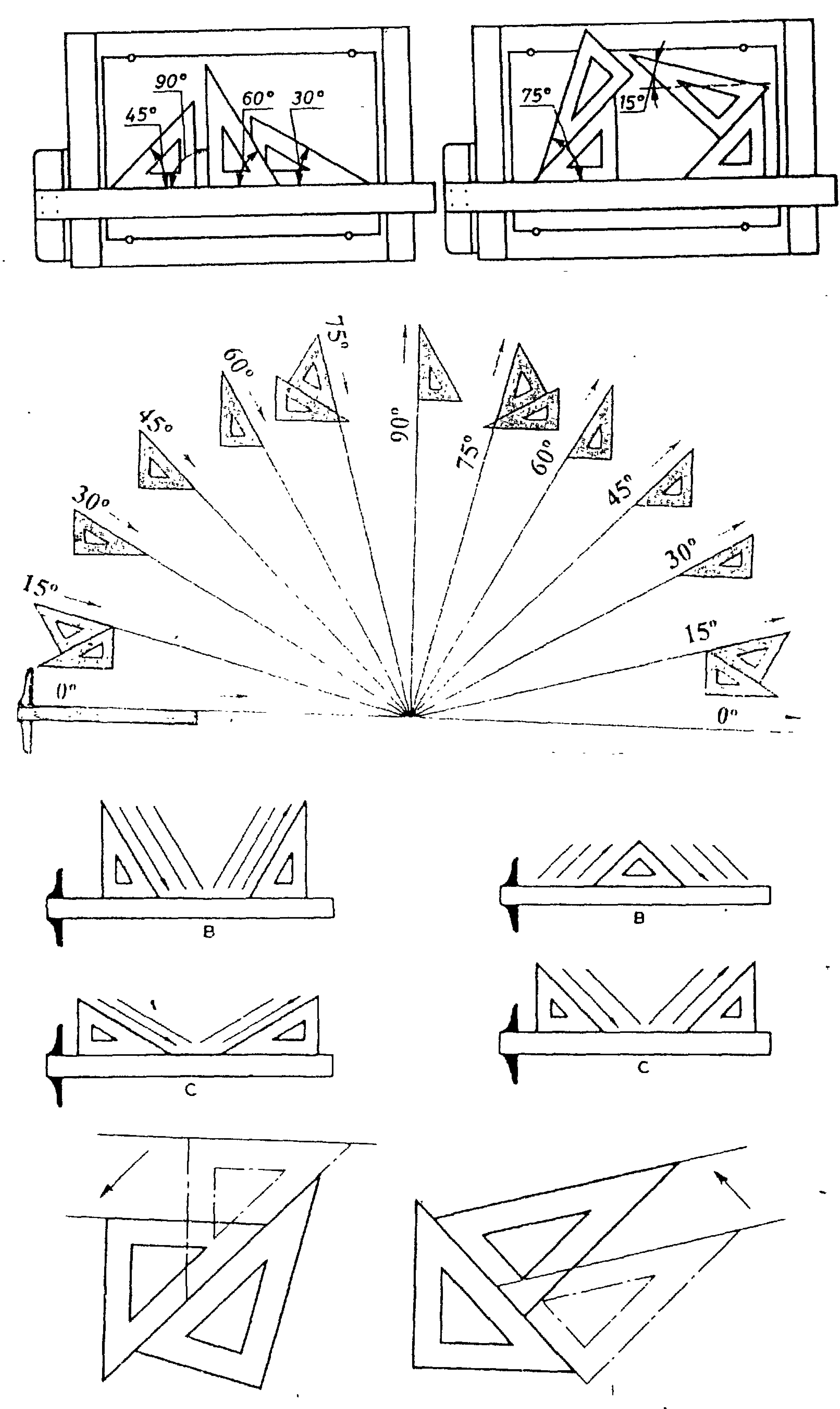
تصنع المثلثات من البلاستيك الشفاف بسمك يقرب من مليمترين ويكون أحدهما ذا زاويتين 45°. والثاني ذا زاويتين 30° و 60° ويستعمل المثلثان فى رسم الخطوط الرأسية والمتوازية وذلك بالارتكاز والانزلاق على حافة المسطرة حرف T كما أنه يمكن بواسطتهما رسم زوايا مقدارها 15,30,45,60,75,..... الخ كما يظهر من (شكل 1-12). ويوجد من المثلثات الآن الكثير من الأنواع من حيث الغرض الذى تستخدم من أجله وأيضاً المواد المصنوعة منها. ويشترط فى المثلثات أن تكون الزاوية بين الجانبين (لا الوتر) زاوية قائمة. ويوجد نوع من المثلثات يعطى أى درجة. حيث يوجد جزء المتحرك على قوس مدرج مما يساعد على تحديد مقدار الزاوية التى يراد رسمها.

وتحتاج المثلثات من الطالب عناية خاصة حيث يجب حفظها دائماً نظيفة وكما يجب استخدام المثلثات فى رسم الخطوط فقط وعدم استخدام أى أداة قطع فى جانبها لقص الورق.

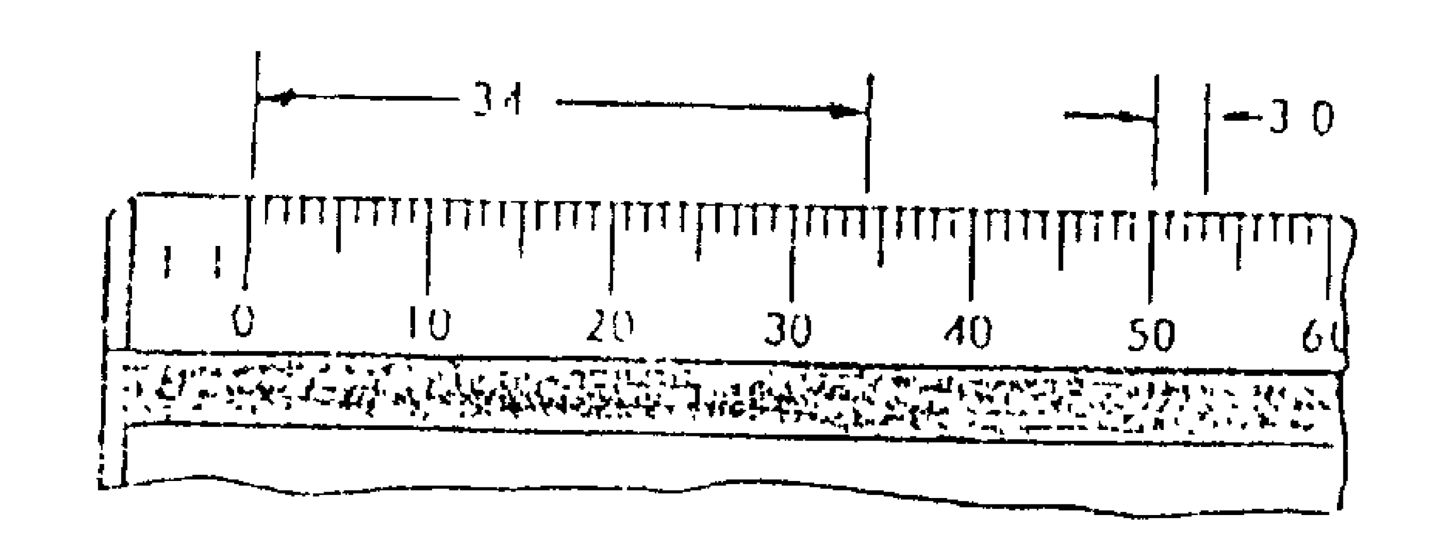
مسطرة القياس (Measuring Rulers)

المساطر ذات تقاسيم تتوقف على نوع الوحدات المستخدمة فى القياس فهناك ما هى مقسمة إلى ملليميترات وسنتيمترات وما هى مقسمة إلى بوصات وأجزاء من البوصة. وفيها ما هى مشتملة على البوصة وأجزاء البوصة من جانب والسنتيمترات من الجانب الثانى كما فى (شكل1-13). وتصنع مساطر القياس من المعدن أو الخشب أو اللدائن، وهى من الأدوات الهامة للرسام والعناية بها والدقة فى اختيارها من الأمور الأساسية لها. فالمسطرة المقسمة هى التى منها نأخذ القياس للخطوط والرسومات وعليها يتوقف دقة القياس. قد تصنع حافتها من السن أو العظم ويحسن بالطالب ألا يرسم المستقيمات على حافتها حرصاً على هذه الحافة من التلف بل يرسم المستقيم المطلوب على حافة المسطرة حرف T أو حافة مثلث الرسم. ولضبط القياس المطلوب يشترط ألا يكون اتجاه النظر مائلاً على اتجاه تقاسيم مسطرة القياس بل يكون عمودياً على كل تقسيم عند تعيينه على التقسيم المرسوم ويبين (شكل1-13) أنواع من مساطر القياس.

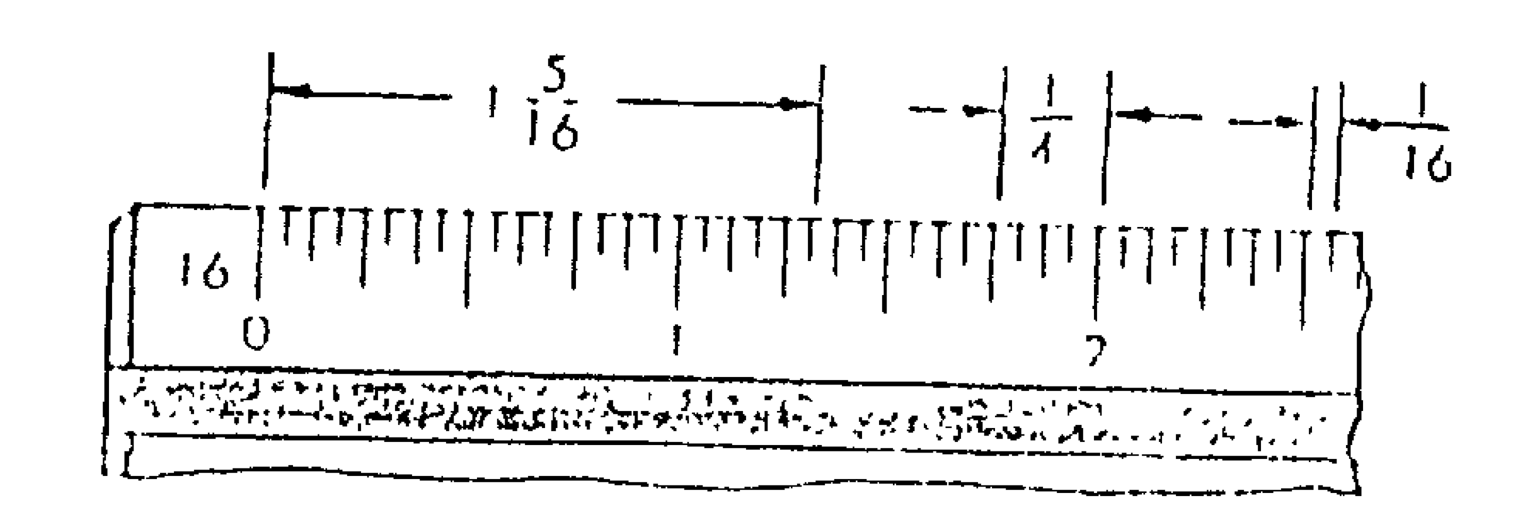
وقد يؤخذ طول البعد المطلوب قياسه بواسطة فرجار التقسيم وذلك بفتحة على مسطرة القياس فتحه تساوى ذلك البعد. ويجب فى هذه الحالة شدة الاحتياط بحيث لا يؤثر سن الفرجار فى حروف مسطرة القياس وتقاسيمها وإلا أتلفها.



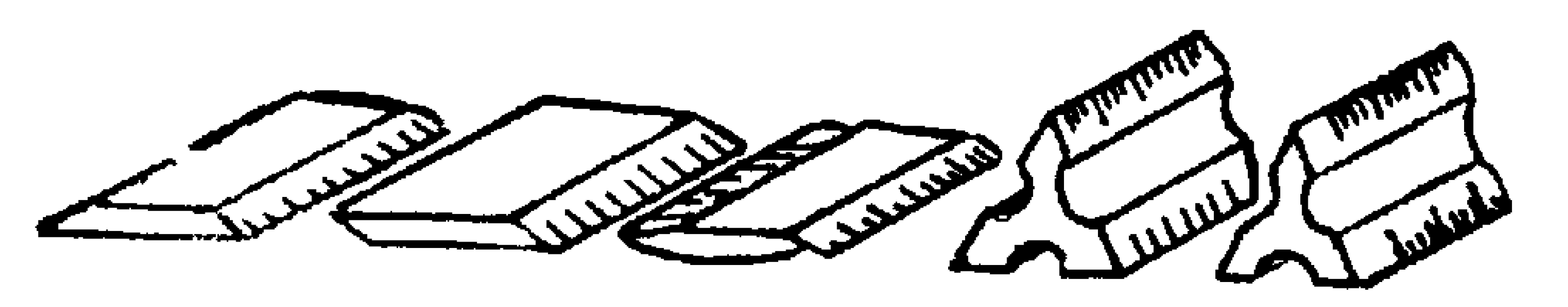
(شكل 1-12): المثلثات واستخدامها



FULL SCALE (1 mm DIVISIONS)



FRACTIONAL INCH SCALE - FULL SCALE



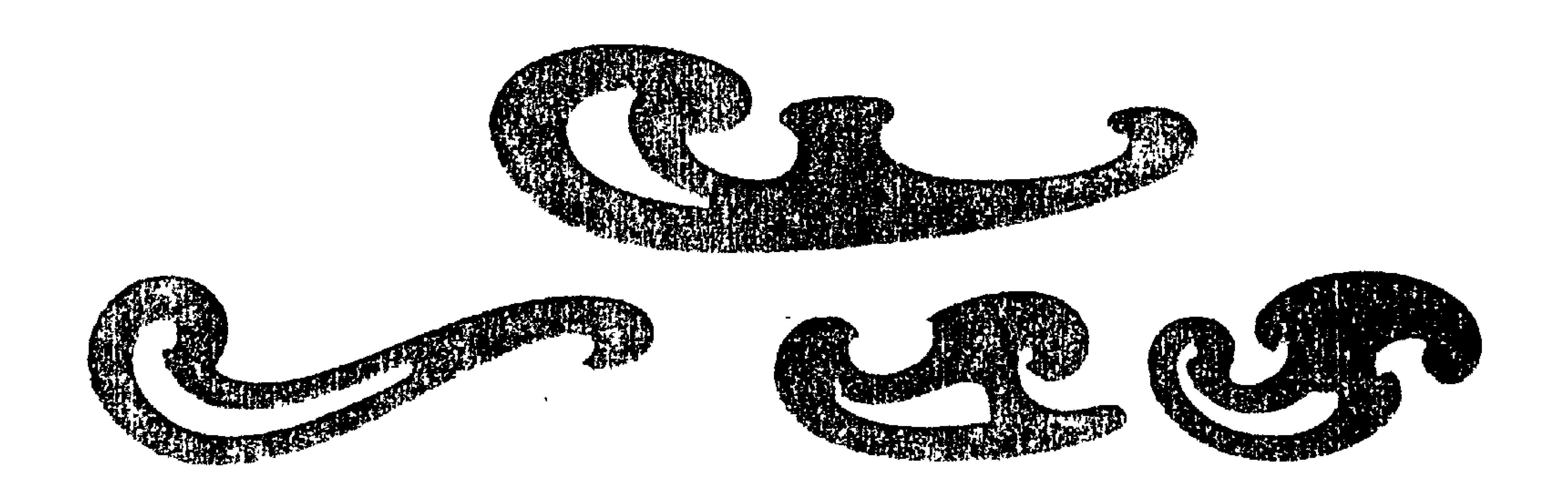
(شكل1-13): أنواع من مساطر القياس

مسطرة المنحنيات French Curve

تستخدم مسطرة المنحنيات (شكل 1-14) فى رسم الخطوط المنحنية والأقواس الغير دائرية. وإذا كانت هناك عدة نقط ليست على استقامة واحدة يراد التوصيل بينها بمنحنى نبدأ برسم خط خفيف باليد أولاً ماراً بهذه النقط ثم يوضع حافة مسطرة المنحنيات بحيث ينطبق جزء منها على أكبر جزء من المنحنى، ثم يرسم المنحنى بالقلم الرصاص على حافة المسطرة وقد يستعمل جزءان مختلفان أو أكثر من مسطرة أو استخدام المسطرة الواحدة اكثر من مرة لرسم المنحنى ويلاحظ عند التوصيل بين جزئى المنحنى ألا يحدث اعوجاج مفاجئ. ويوجد بالأسواق حالياً نوع من مسطرة المنحنيات تصنع من المطاط حيث يتم تشكيلها بشكل المنحنى المطلوب رسمه.

مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية Templates

تصنع مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية من اللدائن الشفافة، وهى عبارة عن مساطر محفور بها أرقام وحروف والعديد من أشكال ورموز المصطلحات الهندسية بمقاسات متدرجة، لتشمل كفاءة التخصصات، وتستخدم هذه المساطر فى نسخ الأرقام والحروف والأشكال والرموز المحفورة بها على أوراق الرسم.



(شكل 1-14): مسطرة المنحنيات French Curve واستخدامها

علبة الفراجير (البراجل) Compasses Box

تحتوى عادة علبة البراجل على براجل مختلفة الأطوال، بعضها للرسم بالرصاص وبعضها للتحبير وبعضها مدبب الطرفين يستعمل لنقل الأبعاد. تحتوى العلبة أيضاً على بعض أقلام التحبير وبعض وصلات لتطويل طرفى البراجل لكى يزيد مدى إستعمالها عند رسم الدوائر والأقواس الكبيرة ويبين شكل (1-15) بعضاً من أنواع البراجل وتحتوى العلبة على:-

أ- برجل التقسيم ونقل الأبعاد Divider

وطرفاه من المعدن المدبب وهو يستخدم فى نقل الأبعاد وتقسيم المستقيمات والأقواس والمقاسات.

ب- برجل الرسم Pair of Compasses

ذو طرف معدنى مدبب وآخر معد لوضع السن الرصاص. ويستخدم لرسم الدوائر والأقواس.

ج-برجل قوسى Bow Compasses (الدوائر)

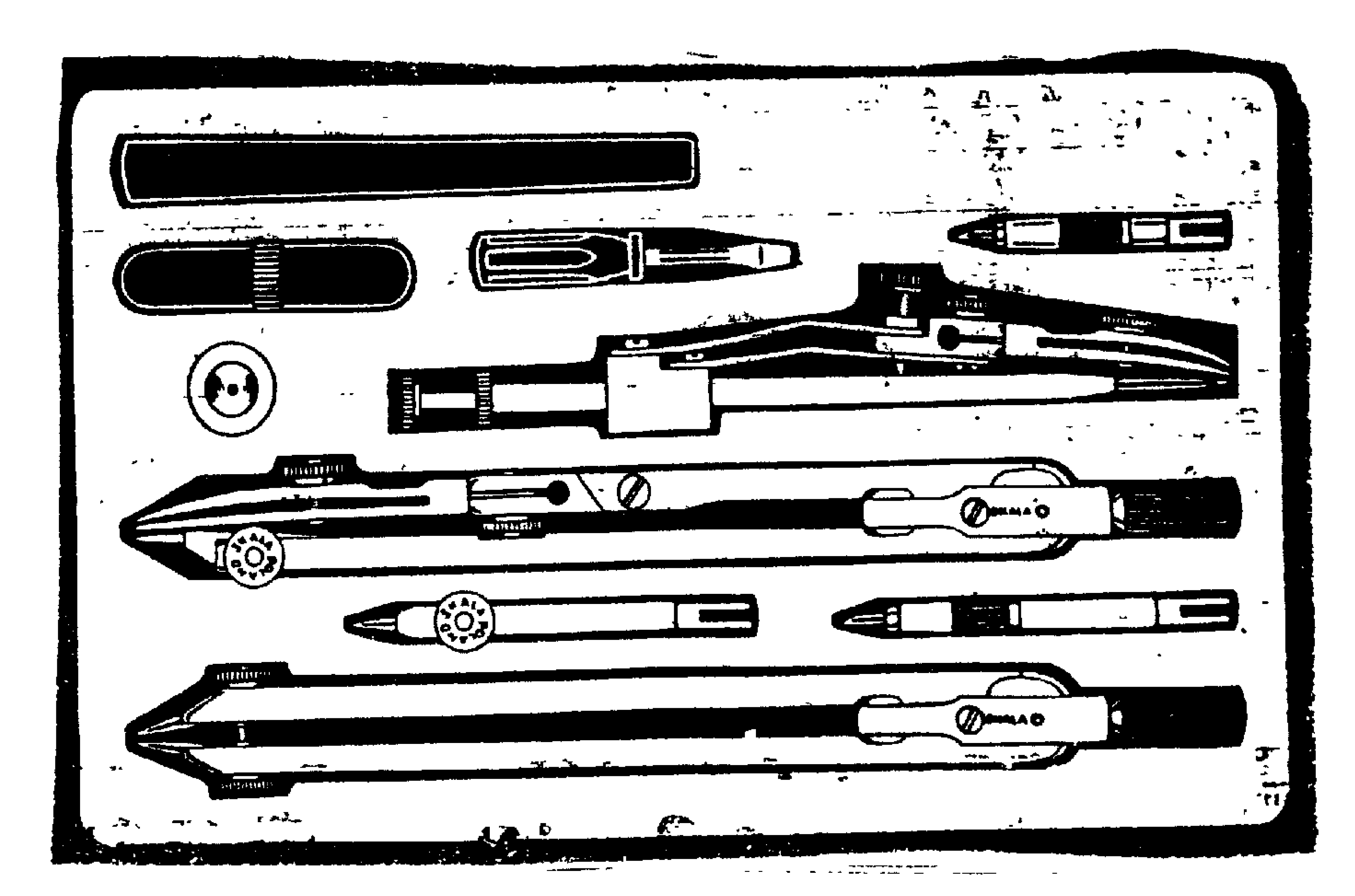
يستخدم البرجل القوسى لرسم الدوائر والأقواس وهو أفضل من البرجل العادى خصوصاً فى الأقطار الصغيرة لأنه يحتوى على مسمار للضبط الدقيق.

د- قلم التحبير

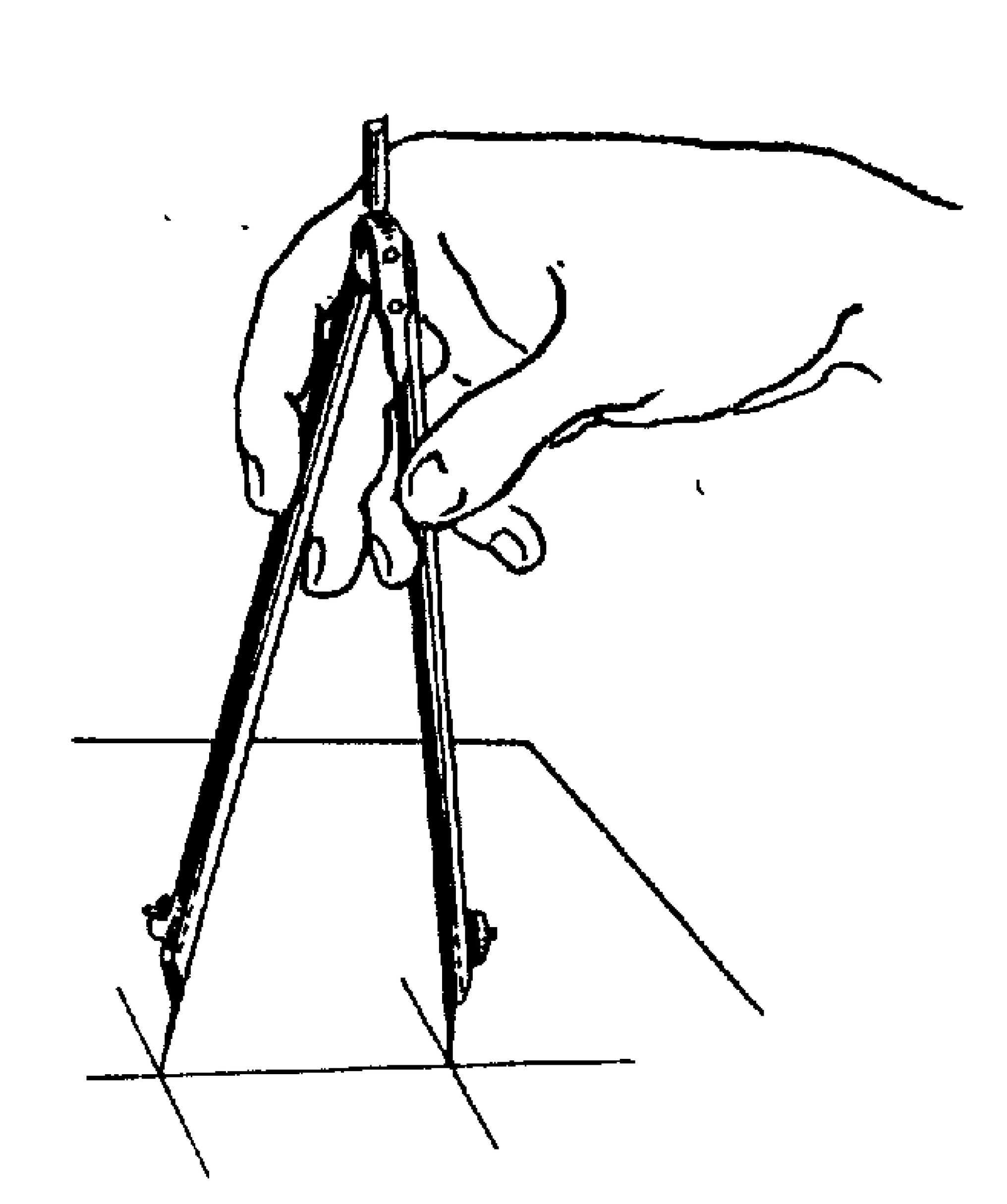
ذو طرف معدنى مدبب وآخر معد لوضع قلم التحبير يستخدم فى تحبير أجزاء الرسم.

وقبل استعمال الفرجار لابد من التأكد أن طول طرفيه متساويين. كما أنه لا يجوز الضغط بسن البرجل بقوة عند الرسم وإلا أتسع الثقب ونفذ السن تحت الورق، ويراعى أن يحرك الطالب الفرجار فى اتجاه عقرب الساعة على أن يكون عمودياً على سطح الورقة بقدر الإمكان.

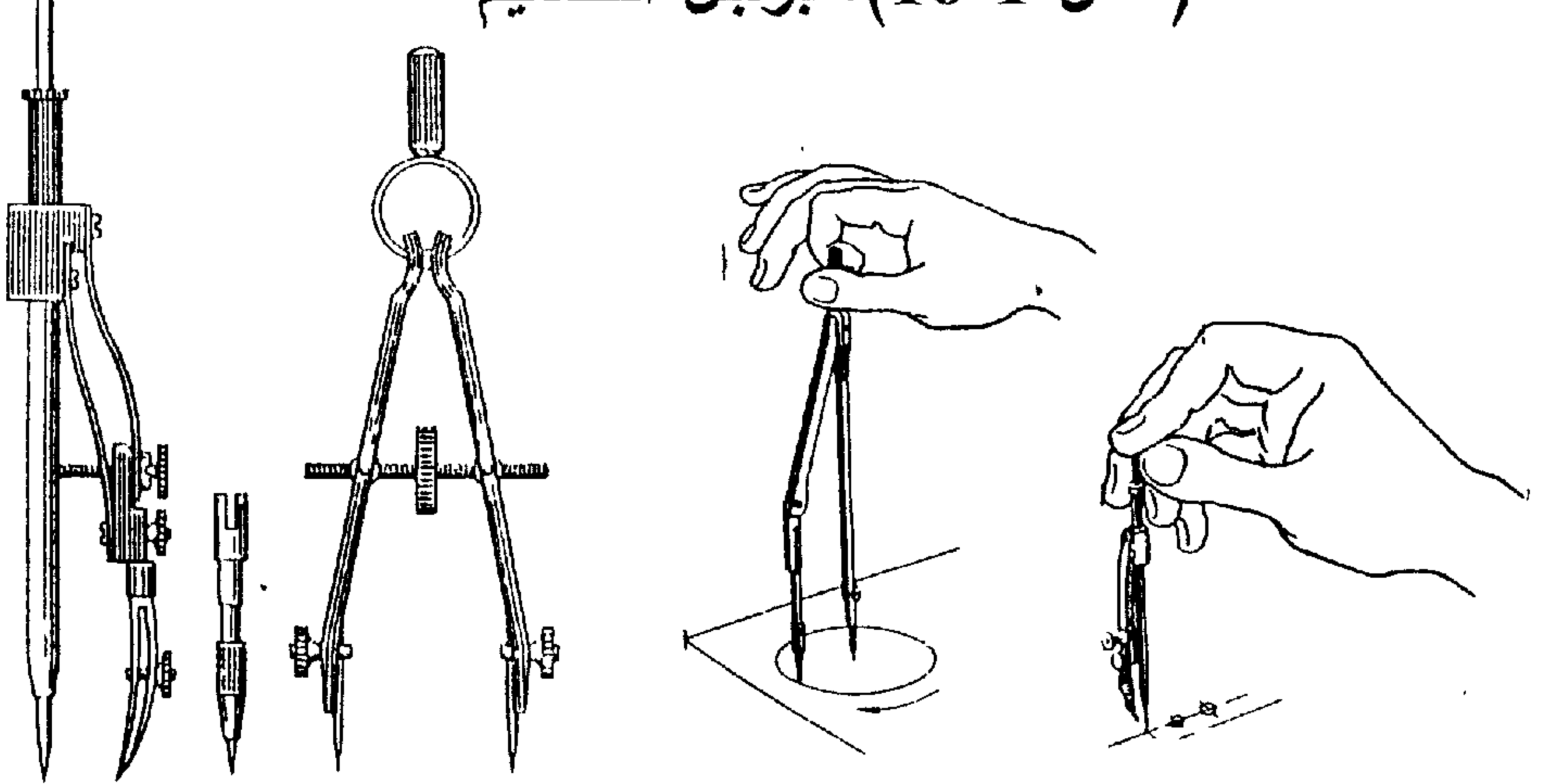
لا يصلح البرجل العادى فى الرسم الهندسى ذو القلم الرصاص حيث انه لا يحقق الدقة المطلوبة لذلك تستخدم براجل خاصة ملحق بها أجزاء إضافية لبعض الاستعمالات التى تحتاج إليها.



شكل (1-15): علبة الفراجير (البراجل) Compasses Box



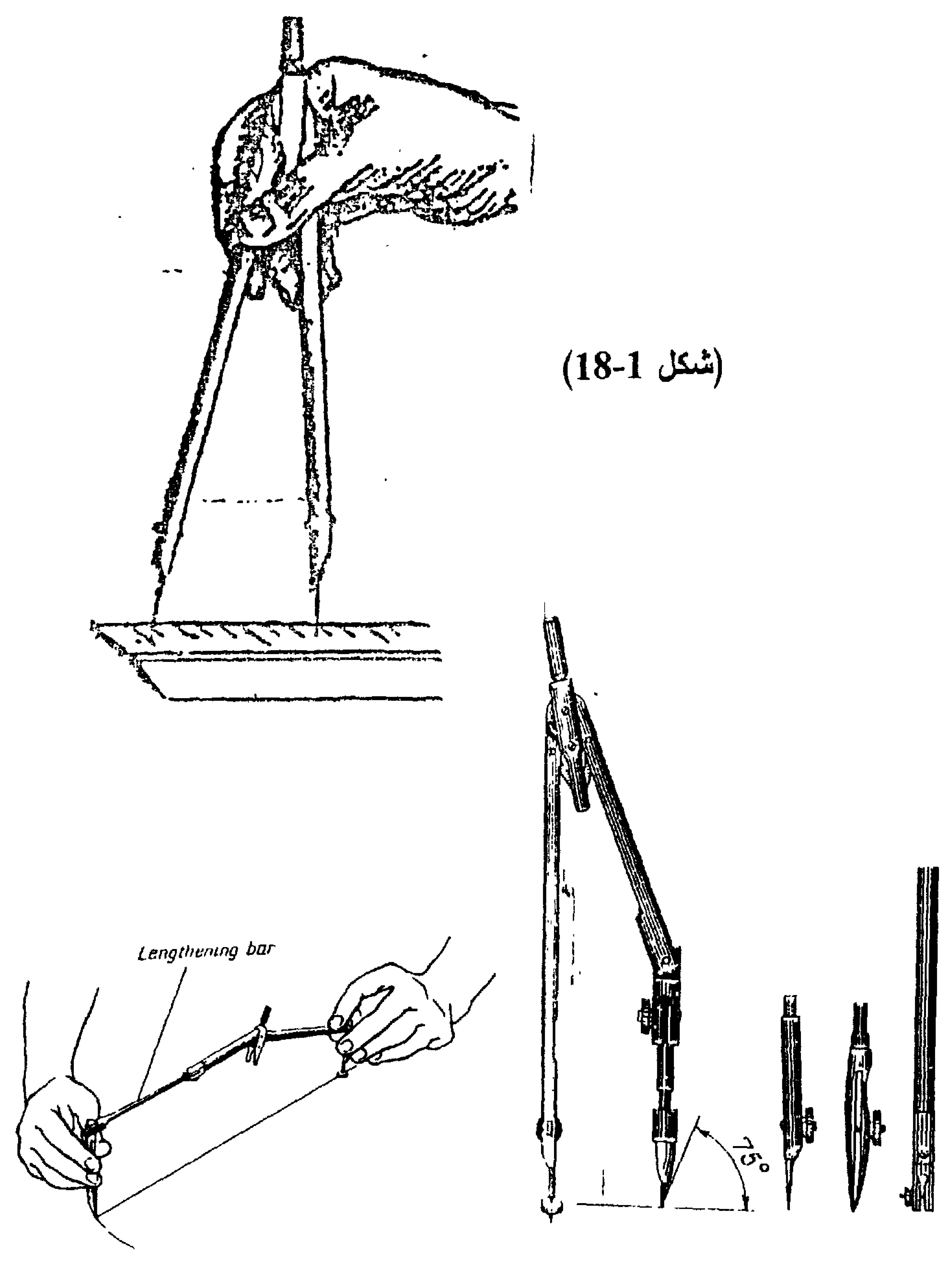
(شكل 1-16): برجل التقسيم



(شكل 1-17): برجل رسم الدوائر

ويوضح (شكل 1-18) وضع البرجل فى اليد أثناء أخذ مقاس من المسطرة المقسمة عن طريق طرفيه المدببين من المعدن. ويبين أيضاً الوضع الصحيح للبرجل فى اليد أثناء رسم الدوائر وفيه نرى أهمية تحريك البرجل من الطرف لكى يتحرك بحرية وخفة مما يساعد على دقة الدوائر الناتجة.

ويمكن أطالة البرجل اذا كان **الطرف** الثانى قابل للتعديل والثنى والتطويل حيث تزود علبة البراجل بوحدات اضافية تنتهى برأس مثبت به سن رصاص أو قلم تحبير ويوضح شكل (1-19) البرجل القابل للتطويل ويستخدم فى رسم الدوائر والأقواس الكبيرة.



(شكل 1-18)

(شكل 1-19):البرجل القابل للتطويل

ويستعمل قلم التحبير فى تحبير أجزاء الرسم ويمكن إضافته للفرجار بوضعه مكان القلم الرصاص بعد نزعه منه. وذلك لتحبير الدوائر. أما طريقة ملئه بالحبر بواسطة ريشة الكتابة أو الريشة المتصلة بغطاء دواة الحبر من الداخل بعد غمسها غمساً خفيفاً فى الحبر، وضع سنها بين شقى قلم التحبير فيصل الحبر دون أن يمس جانبى القلم من الخارج.

وفى حالة تلوث الجانبان من الخارج بالحبر، فعلى الطالب أن يمسحها بقطعة من القماش الخالى من الوبر. على أنه يجب على الطالب أن يتأكد دائماً من خلو الجانبين من الحبر، وذلك بالمسح بقطعة ناعمة من القماش، كما أنه يجب ضبط فتحته حتى يعطى السمك المطلوب كما يجب أن يكون طرفا جناحيه فى مستوى واحد فلا يطول أحدهما عن الآخر بأى مقدار، ويمكن الوصول إلى ذلك بإقفال البرجل تماماً وتحريك طرفى جناحيه بجوار حافة مستقيمة. وعند التحبير يراعى أن يكون القلم الرصاص وقد يمتنع القلم عن التحبير فى أثناء العمل وعندئذ يكون معالجة الخطأ بزيادة الضغط عليه إذ يكون فى هذه الحالة محتاجاً للتنظيف ويمسح بقطعة من القماش ثم يجرب بعد ذلك على ... من الورق وعند انتهاء العمل يجب تنظيفه جيداً قبل إعادته إلى مكانه فى علبة البرجل وينبغى يراعى عند التحبير التوحيد بين سمك الخطوط ذات الصبغة الواحدة فمثلاً تكون خطوط العمل رفيعة سواء كانت متصلة أو متقطعة وتكون خطوط النتيجة المطلوبة سميكة أى أكثر وضوحاً ويوجد نوع آخر من أقلام التحبير يسمى جرافس Graphics وهو عبارة عن خزان للحبر ويصنع القلم من البلاستيك ويركب فى نهايته ريش تعطى خطوطاً مختلفة السمك.

ورق الرسم Drawing Sheets

يستخدم الورق الأبيض فى تحضير الرسومات بالقلم الرصاص سواء كانت هذه الرسومات تعتبر منتهية أو تستخدم فى تحضير الصور الشفافة منها. توجد مقاسات للوح الرسم لكى يسهل تداولها ثم ترتيبها وحفظها فى ملفات أو أدراج ذات أبعاد معينة. وترتب جميع الأشكال المرسومة فى اللوحة داخل إطار مستطيل من أربعة خطوط بتخانة الخطوط الرئيسية وتكون خالية من كل تنميق أو زخرفة.

ويستعمل للرسم الورق الجيد السميك الذى لا يتلف من المسح بالممحاة ولا يتشرب الحبر.

وإذا كانت الرسوم ستحبر يحسن استعمال الورق الناعم لأنه أنسب أنواع الورق للتحبير وقبل البدء فى الرسم تثبت الورقة على اللوحة بدبابيس الرسم لكى يحمى ورقة الرسم من الثقوب التى قد تكون باللوحة ويحسن أن تثبت ورقة الرسم بالقرب من الحافة العليا للوحة وأن تكون الحافة اليسرى من ورقة الرسم موازية للحافة اليسرى للوحة.

توجد أنواع مختلفة لأوراق الرسم التى يستخدمها الرسامون للرسم عليها بأقلام الرصاص أو بأقلام الحبر. تتداول أوراق الرسم على هيئة أوراق عيارية أو لفائف اسطوانية تقطع بالأبعاد المطلوبة.

شروط ومواصفات أوراق الرسم:

يجب أن تتمتع أوراق الرسم بالشروط والمواصفات التالية:

١- لا تتمزق عند الرسم عليها بأقلام الرصاص الحادة القاسية، أو عند محو الرسومات التى بها أخطاء، أو عند التنظيف المستمر، وأن تقاوم التكسر عند طيها.

٢- تتحمل ضغط قلم الرصاص عليها فى أثناء الرسم.

٣- لا يتغير لونها، ولا تتآكل، ولا تصير هشة مع مرور الزمن.

٤- مقاومة للتشرب عند الرسم عليها بالحبر.

٥- مقاومة للرطوبة بحيث لا تتأثر الرسومات بالوسط المحيط ولا تتمزق.

فرشاة التنظيف

بعد الانتهاء من محو الخطوط، فإنه يجب أن تنظف ورق الرسم من بقايا مخلفات الممحاة، وذلك باستخدام فرشاة التنظيف أو باستخدام قطعة قماش نظيفة مخصصة لهذا الغرض.

إرشادات عامة

هناك إرشادات عامة يجب اتباعها عند تنفيذ التطبيقات العملية فى الرسم الهندسى وهى كالاتى:

١- لا تمس طرف القلم الرصاص ويداك فوق الرسومات.

٢- بعد استخدام الصنفرة حرك القلم داخل قطعة من القماش لإزالة بواقى الجرافيت ولضمان عدم سقوطها على الرسم أثناء العمل.

٣- لا تجعل أكمام ملابسك تمس الورقة التى عليها رسومات أثناء العمل وإذا أردت حماية ما تم رسمه قم بتغطيته بقطة من الورق.

٤- تجنب احتكاك وانزلاق أى شئ أو أى من أدوات الرسم على الرسومات.

٥- لا تستخدم اليد فى إزالة بقايا الممحاة التى على الرسم بعد العمل بها.

٦- إحفظ لوحة الرسم الخشبية فى مكان أمين بعيداً عن أى شئ قد يعرض سطحها للتلف.

٧- لا تقطع ورق الرسم على اللوحة باستخدام أى أداة قطع.

٨- معظم لوحات الرسم لها حافة من الأبنوس تنزلق عليها المسطرة حرف T حذار من جعل اللوحة ترتكز عليها.

٩- لا تجر أى تقسيمات بالقلم على المسطرة.

١٠- لا تستعمل مسطرة القياس كأداة للتخطيط بواسطتها.

١١- لا تستخدم حافة المسطرة حرف T السفلى.

١٢- لا تستخدم المسطرة حرف T فى الاتجاه الرأسى لرسم الخطوط الرأسية.

أنواع الخطوط:

تنقسم الخطوط من حيث السمك إلى(شكل1-20) :

١- الخطوط المتصلة السمكية Visible Line

تستخدم للتعبير على جميع الخطوط التى تمثل الأحرف الواضحة من الجسم أمام العين.

٢- الخطوط المتصلة الرقيقة Extension Line

تستخدم كخطوط أبعاد وخطوط تحديد الأبعاد أو خطوط تهشير للقطاعات ويستخدم كذلك كخطوط الإنشاء والتكوين للرسم قبل تشطيبها النهائى.

٣- الخطوط الغير متصلة أى المتقطعة Dotted Lines

تستخدم للتعبير عن الخطوط المخفية (غير الظاهرة). طول الشرطة mm 2-4 والفراغ بين الشرط 1mm.

٤- خطوط المحور Center Lines

خطوط متوسطة السمك وتستخدم لمحاور الدوائر والأسطوانات.

٥- خطوط المستويات القاطعة Cutting Plane Lines

وهى خطوط سميكة تتكون من شرطة طويلة ثم شرطتين قصيرتين تفصلهما فراغات صغيرة.

٦- خطوط القطع Break Lines

وهى خطوط خفيفة تتكون من جزء مستقيم مرسوم بالمسطرة يليه جزء متعرج مرسوم باليد أو خطوط سميكة متعرجة ومستمرة للقطع القصير.

إستخدامه		الخط
خطوط خارجية محددة الشكل	Outline of part	HEAVY
خطوط مقاطع (تهشير)	Section lines	LIGHT
خطوط مختفية	Hidden lines	MEDIUM
محاور	Center lines	LIGHT
خطوط الأبعاد	Dimension and extension lines	LIGHT $4\frac{1}{2}$
مستويات قاطعة	Cutting plane lines	HEAVY
مقاطع	Break lines	HEAVY LIGHT

(شكل1-20): أنواع الخطوط

الكتابة على الرسومات الهندسية

أ- كتابة الأرقام والحروف Lettering and Numbering

تعتبر البيانات والأبعاد من الوسائل التى لا غنى عنها لإيضاح الرسم بحيث يمكن قراءته وتنفيذه. وتكتب الحروف الأبجدية تبعاً لنسب بين ارتفاع الحرف وعرضه بحيث تظهر الكلمات والجمل المكونة من هذه الحروف واضحة مقروءة. ويراعى عند كتابة الكلمة أن يترك بين كل حرف والذى يليه مسافة نحو ربع ارتفاع الحرف. وعند كتابة جملة يترك بين كل كلمة والتى تليها مسافة تساوى ارتفاع الحرف أو أكثر قليلاً. ويوضح شكل(1-21) مجموعة حروف وأرقام مكتوبة بطريقة هندسية كما يوضح شكل(1-22) طريقة كتابة الحروف العربية بشكل هندسى.

ب- كتابة الأبعاد Basic Dimensioning

حيث أن الغرض من الرسم هو الوصف الكامل للمنشأ الهندسى بما فى ذلك تحديد حجمه، لهذا يلزم كتابة الأبعاد على الرسومات حتى يمكن تنفيذها. وتكتب الأبعاد بعد الإنتهاء من عملية تشطيب الرسم finishing مع مراعاة أن تكون الأرقام المكتوبة على الرسومات هى الأبعاد الأصلية قبل الضرب فى مقياس الرسم Scale.

والأمثلة التالية توضح طريقة كتابة الأبعاد فى الحالات المختلفة:

١- كتابة الأبعاد على الخطوط المستقيمة Dimensions on Straight Parts

وتكتب الأبعاد كما يلى (شكل1-23):

١- خط التحديد أو الامتداد Witness and Extension Line يرسم خط التحديد عند نهايتى الضلع المراد كتابة طوله مبتعداً عنه بمسافة 2mm تقريباً.

٢- خط البعد Dimension Line يرسم موازياً للضلع المراد كتابة طوله بحيث يبعد عنه مسافة 6mm تقريبا.

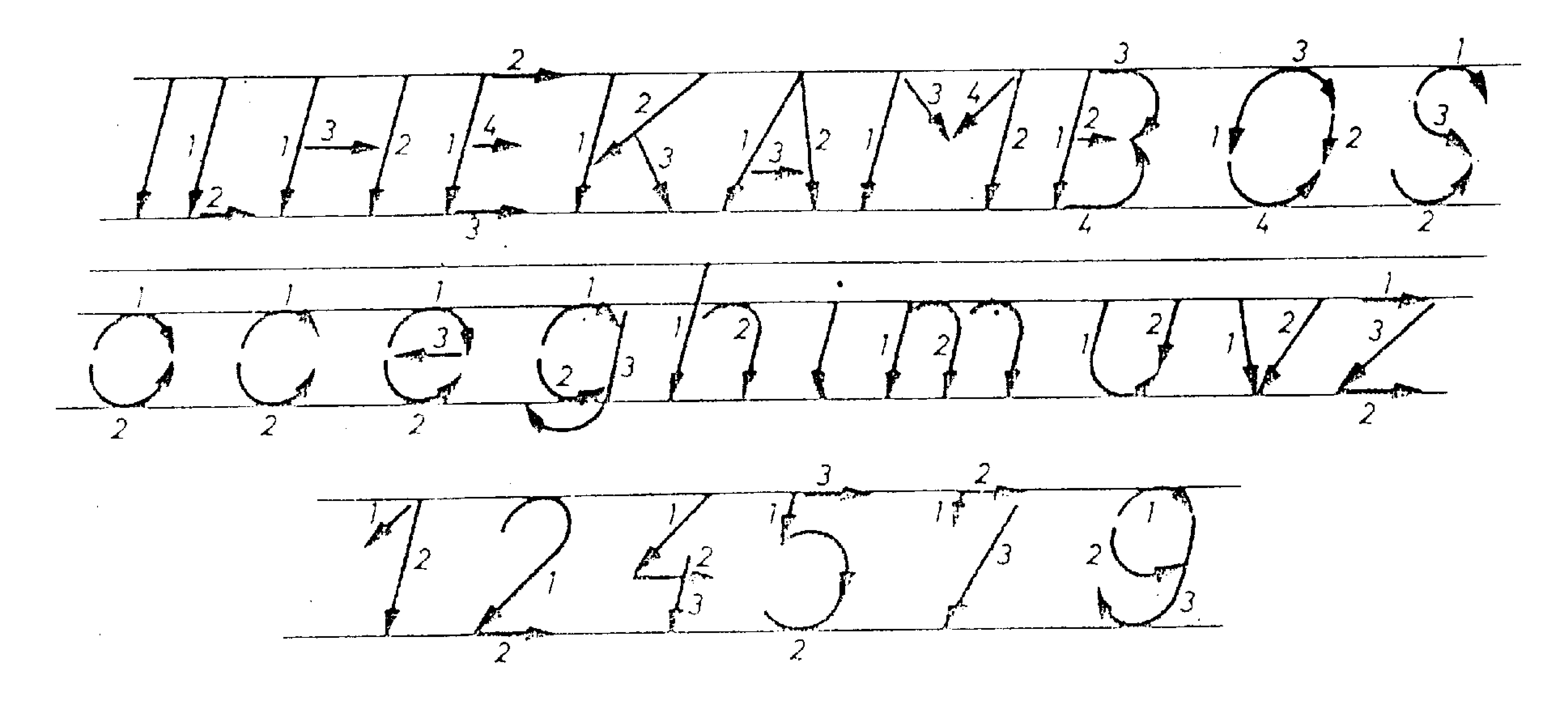
٣- رأس السهم Arrow Line يرسم فى نهاية خط البعد بحيث يلامس خط التحديد تماماً.

٤- الأرقام Numbers يكتب الرقم متعامداً على خط البعد فى الفراغ المتروك له.

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmno
pqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN



شكل(1-21): مجموعة حروف وأرقام مكتوبة بطريقة هندسية

٢-كتابة الأبعاد للمسافات القصيرة Dimensions for Small Distances

يبين (شكل 1-24) بعض الأمثلة لكتابة الأبعاد للمسافات القصيرة مع ملاحظة أن حجم الرقم لا يعتمد على صغر أو كبر المسافة.

٣-كتابة الأبعاد للمسافات المتزايدة Dimensions for Increasing Widths

يبين (شكل1-25) كيفية كتابة مثل هذه الأبعاد.

٤-كتابة البعد الكلى Overall Dimension

يبين (شكل 1-26) طريقة كتابة البعد الكلى والأجزاء المكونة له.

٥-كتابة الزوايا Dimensions of Angles

يبين (شكل1-27) كيفية كتابة قيم الزوايا تبعاً لاختلاف مقاديرها.

٦- كتابة الأبعاد على الأجزاء المسلوبة Dimension of Sloping Parts

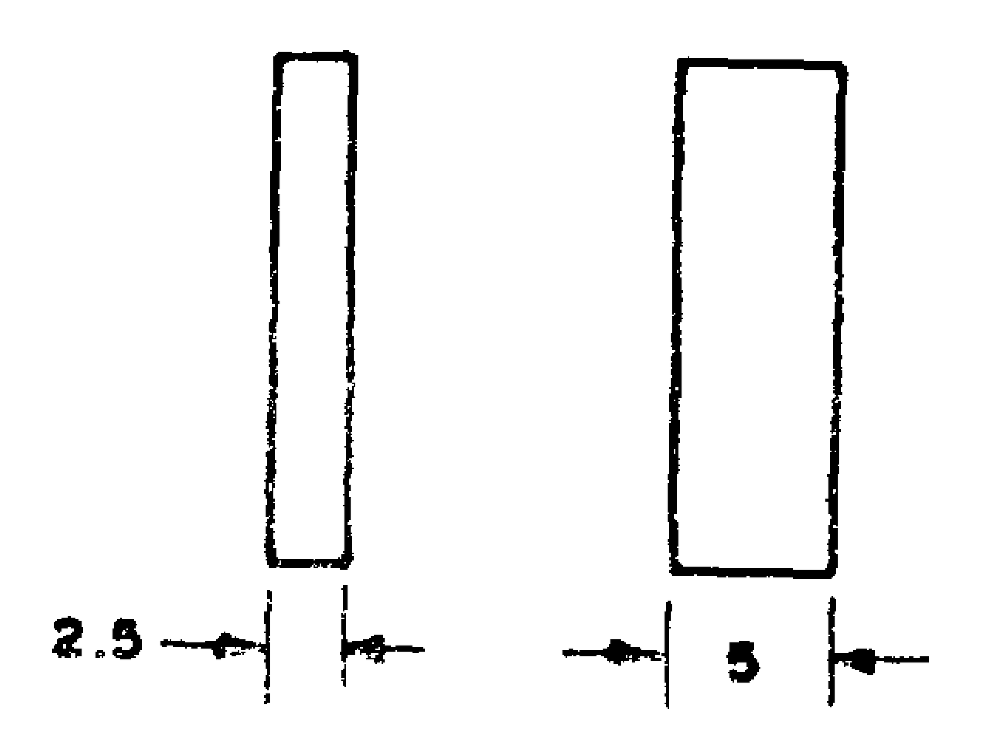
يبين شكل (1-28) طريقة كتابة هذه الأبعاد.

٧- كتابة الأبعاد على الدوائر Dimensions of Circles

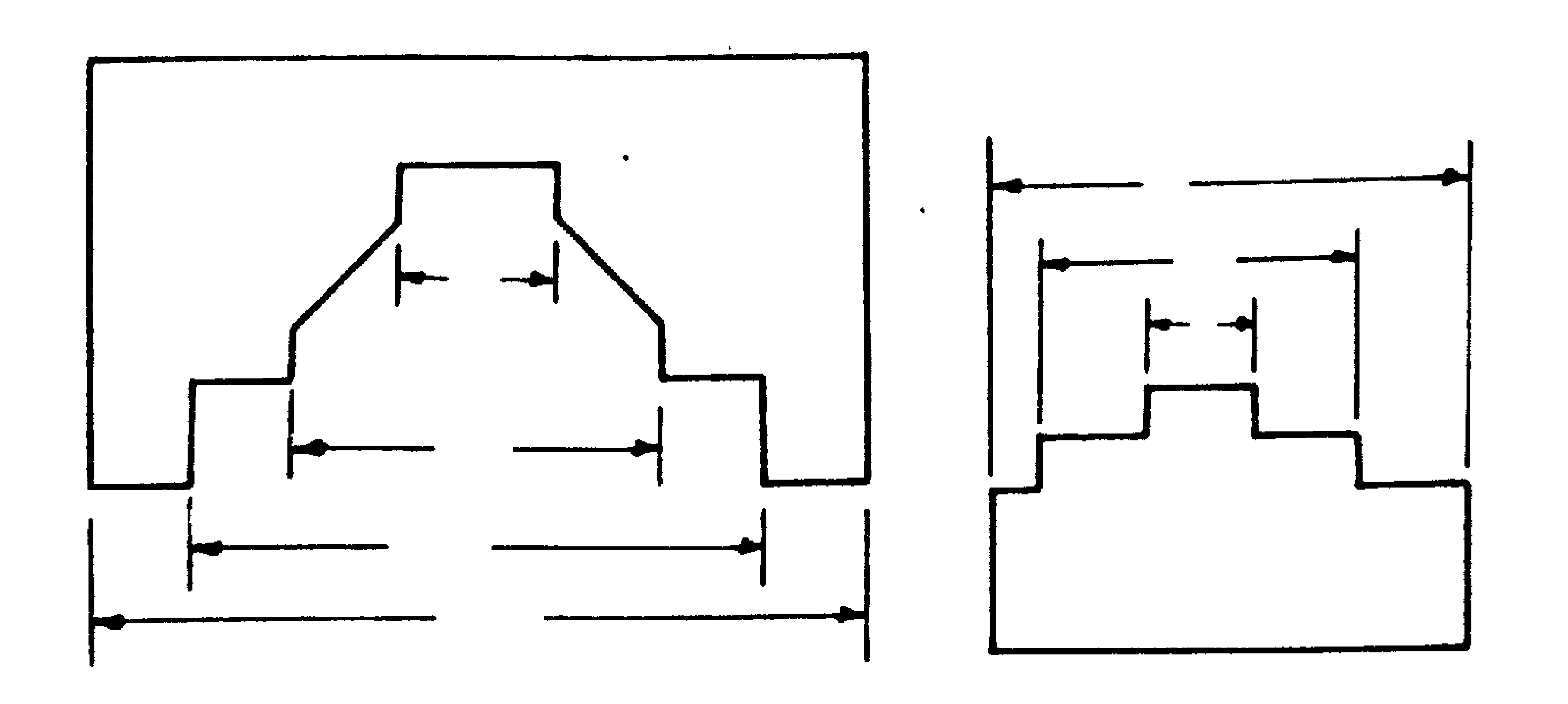
ويوضح شكل (1-29) طريقة كتابة طول القطر للدائرة وكتابة أنصاف الأقطار Dimensions of Radii طريقة كتابة الأبعاد التى تعبر عن أنصاف أقطار الأركان الدورانية Fillets والأقواس.

٨-كتابة الأبعاد الخاصة بالثقوب والتجاويف Dimensions of Halls and Grooves

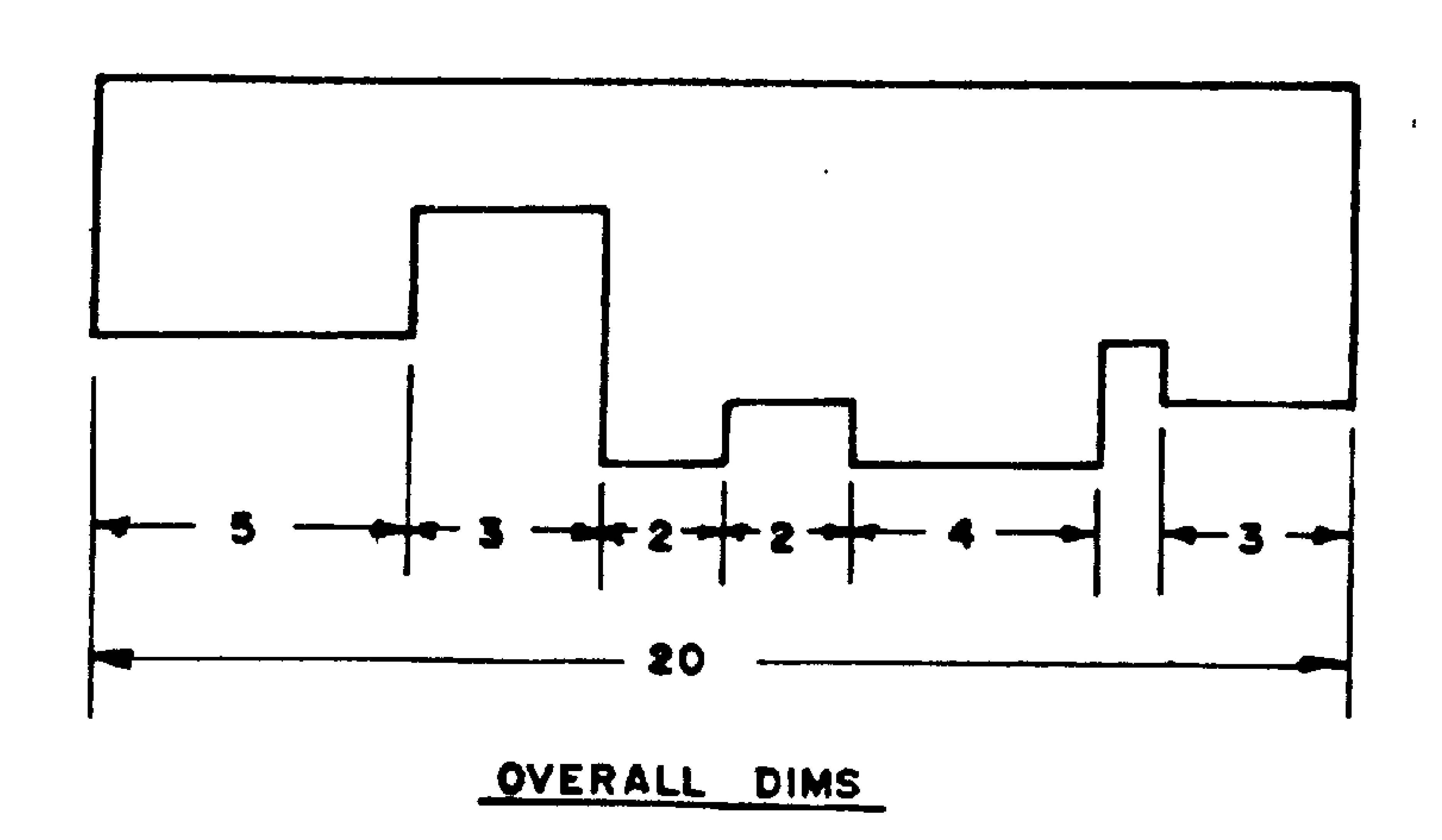
يوضح شكل (1-30) بعض أنواع الثقوب والتجاويف وطرق كتابة أبعادها.



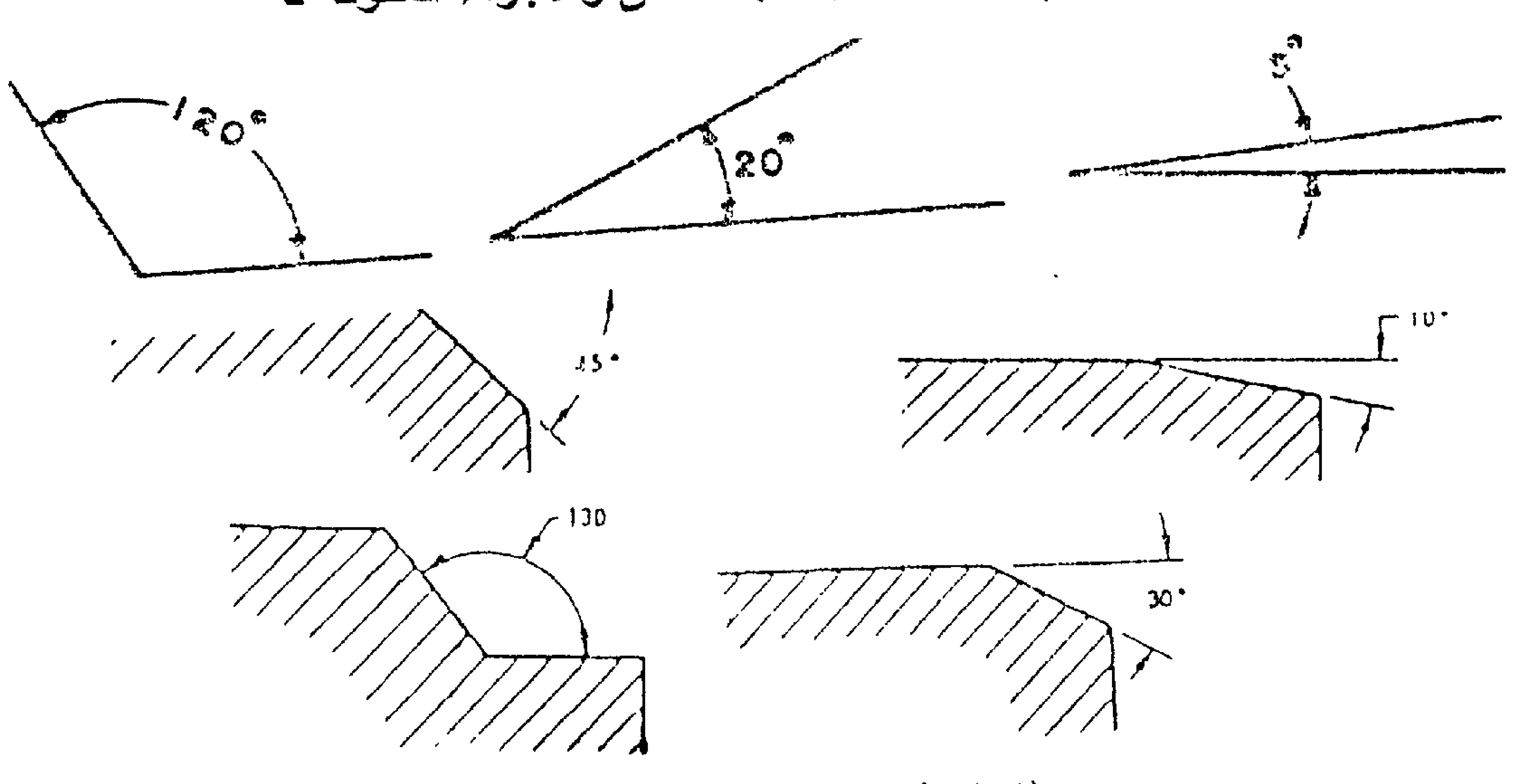
(شكل 1-24): بعض الأمثلة لكتابة الأبعاد للمسافات القصيرة



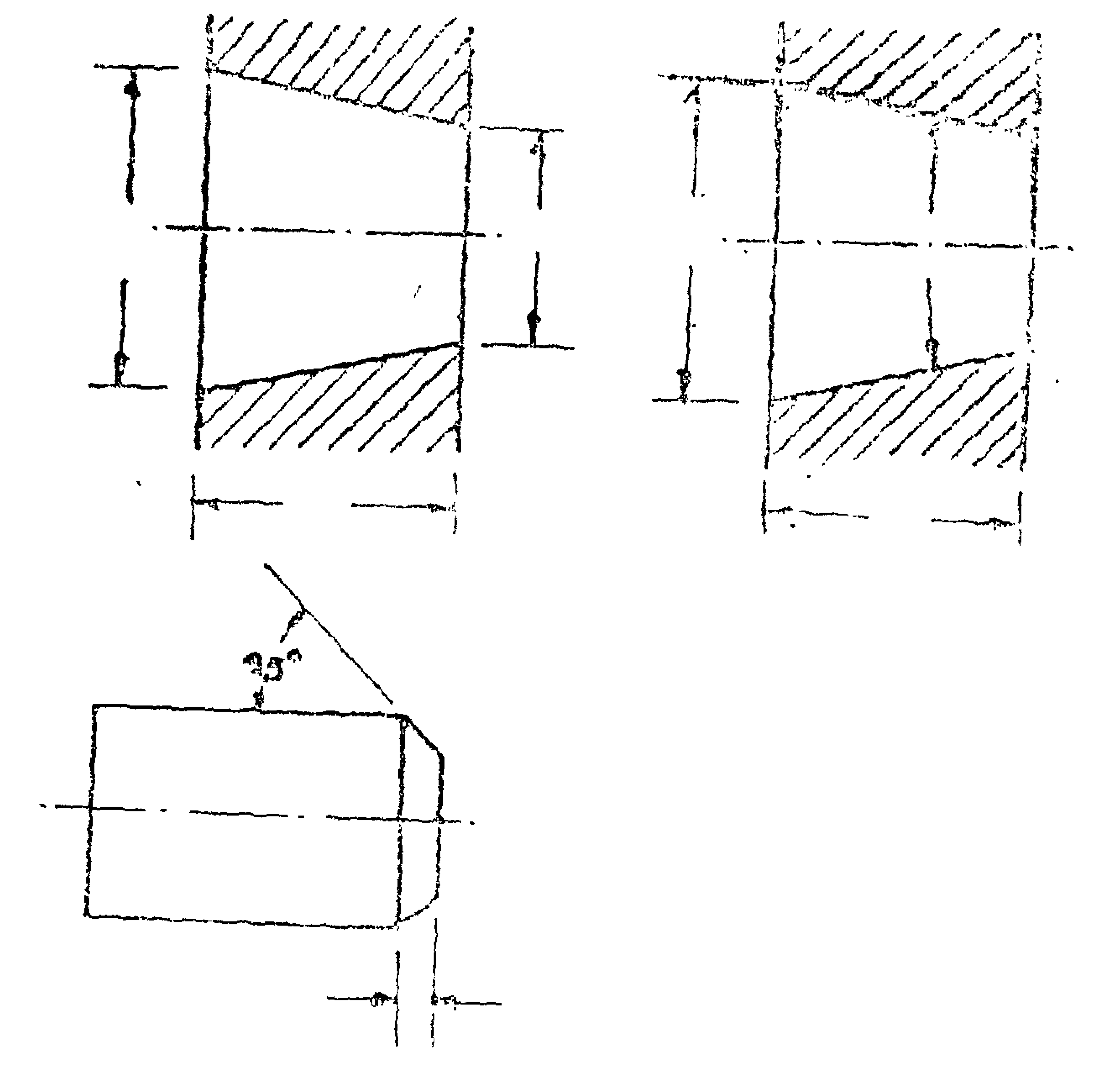
(شكل1-25): كيفية كتابة الأبعاد للمسافات المتزايدة.



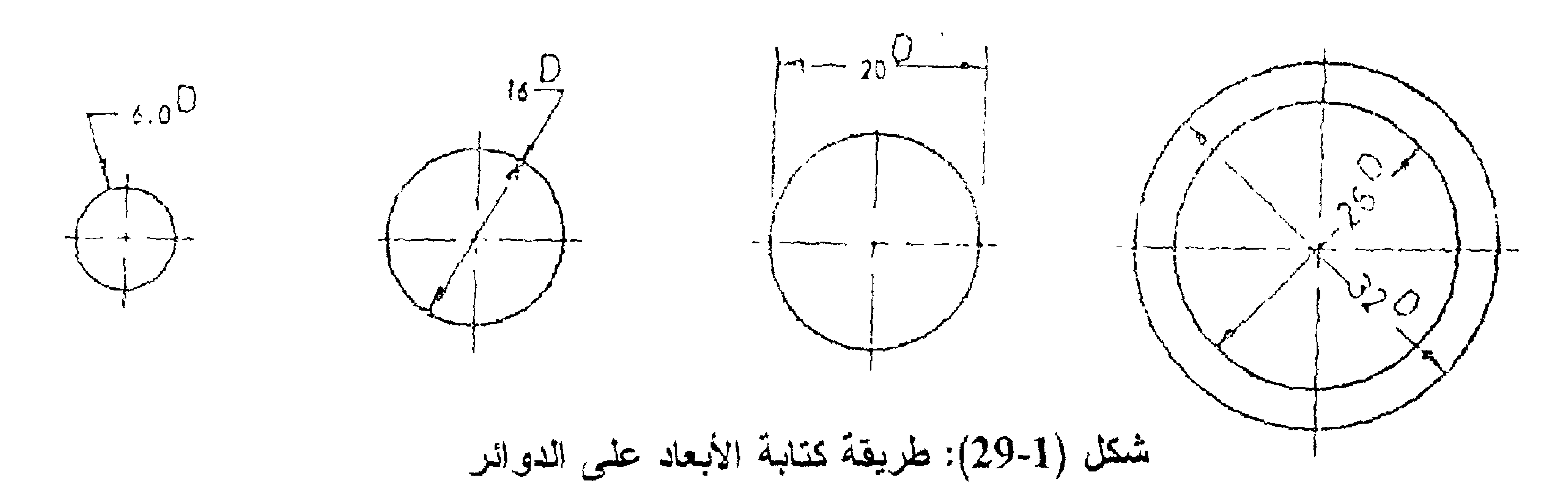
(شكل 1-26): طريقة كتابة البعد الكلى والأجزاء المكونة له



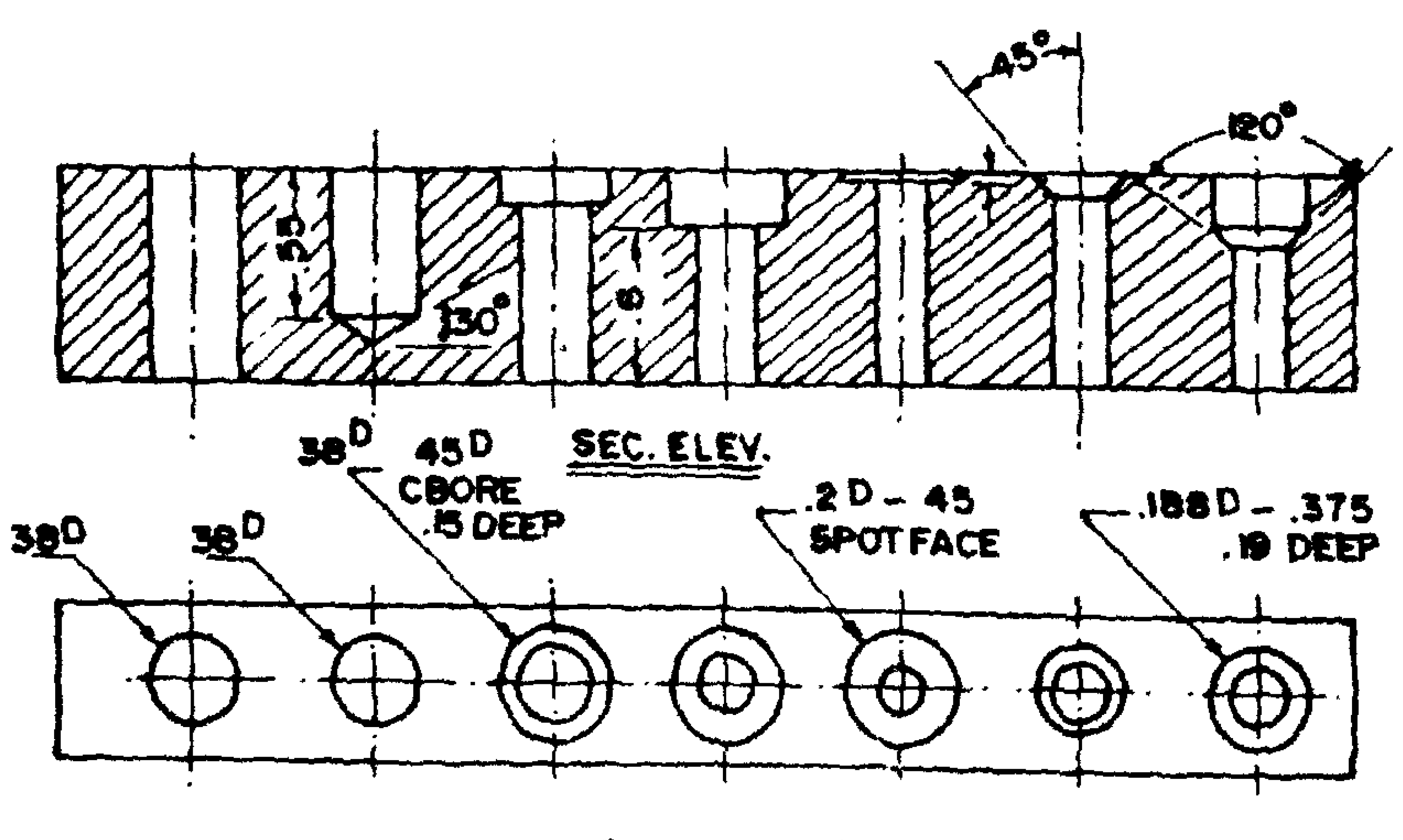
(شكل1-27): كيفية كتابة قيم الزوايا



(1-28): طريقة كتابة الأبعاد على الأجزاء المسلوبة.



شكل (1-29): طريقة كتابة الأبعاد على الدوائر



شكل (1-30) : كتابة الأبعاد الخاصة بالثقوب والتجاويف

من أهم أهداف كتابة الأبعاد على الرسومات تحقيق الأغراض الآتية:

١- تحديد حجم الأجزاء المختلفة المكونة للشكل المرسوم.

٢- تحديد موضع كل جزء بالنسبة لبقية الأجزاء.

٣- يجب أن تكون الأبعاد الموزعة على المساقط الثلاثة كافية بحيث يمكن تحديد أبعاد كل مسقط.

٤- يجب أن تكتب على المنظور الهندسى بحيث تكون خطوط تحديدها موازية لمحاور المنظور الرئيسية الثلاثة.

٥- يجب تجنب تقاطع خط بعد معين مع خطوط تحديد الأبعاد الأخرى بقدر الإمكان.

٦- يجب كتابة الأرقام فى منتصف خط البعد إلا أنه فى حالة تقارب خطوط الأبعاد يكتب الرقم فى جانب من هذا الخط تلافياً لازدحام الأرقام.

٧- يمكن استعمال خطوط المحاور كخطوط لتحديد الأبعاد.

الباب الثانى

العمليات الهندسية البسيطة

Simple Geometrical Construction

طرق الرسم الهندسى هى الطرق العملية التى توصل إلى عمل الأشكال الهندسية المختلفة بدقة تامة ويجب معرفة اهم التعاريف الهندسية وما يتصل بها من اصطلاحات هندسية:

- **النقطة Point**

إذا عينا نقطة على الورق بالقلم الرصاص الدقيق فإنه لا يمكن اعتبارها نقطة هندسية بالمعنى الصحيح. وهى كلما صغرت كانت أقرب إلى الدلالة على النقطة الهندسية. والنقطة الهندسية لها وضع مجرد من الطول والعرض والارتفاع أى أنها ليس لها أبعاد ولكن يمكن تخيلها وتعينها على الرسم بتقابل خطين أو قوسين مثلا، وكلما كانت النقطة دقيقة كانت أقرب إلى النقطة الهندسية الصحيحة.

- **الخط Line**

إذا تصورنا تحرك النقطة الهندسية على الورق حدث ما نسميه الخط، وهو الأثر الحادث من تحرك نقطة، وله طول ووضع وليس له عرض. ومهما كان الخط دقيقاً فى الرسم فهو لا يخلو من عرض، فلا يمكن اعتباره خطا هندسيا بالمعنى الصحيح وكلما دق هذا الخط كان أقرب الى الخط الهندسى. وأنواع الخطوط هى:

أ- الخط المستقيم وهو أقل بعد بين نقطتين ويحدث من تحرك نقطة فى اتجاه واحد لا يتغير. وأنواع الخط المستقيم بالنسبة لأوضاعه هى:

١) الأفقى: إذا كان موازيا لخط الأفق.

٢) الرأسى:إذا كان عمودياً على خط الأفق.

٣) المائل: إذا لم يكن أفقياً ولا رأسياً.

ب- الخط المنكسر ويحدث من تحرك نقطة فى اتجاهات مختلفة.

ج- الخط المنحنى مثل الخط المنكسر ويحدث من تحرك نقطة فى إتجاه يتغير على الدوام.

وقد تتقابل الخطوط فتسمى متلاقية أو يتوازى بعضها مع البعض الآخر فتسمى متوازية وهى حينئذ لا تتقابل مهما امتدت.

- الزاوية **Angle**

وهى الانفراج المحصور بين مستقيمين متلاقيين وكل منهما يسمى ضلع الزاوية. ونقطة تقابل الضلعين تسمى رأس الزاوية. وتقرأ الزاوية بثلاثة حروف على أن يكون حرف الرأس فى الوسط مثل الزاوية AMG، وقد تقرأ بحرف الرأس M. وتكتب < M. وتستعمل هذه العلامة (<) إصطلاحاً بدلاً من كلمة زاوية، وتوضع قبل الحروف أو الحروف المكونة للزاوية كما سبق وكذا (^) وتوضع فوق الحرف أو الحروف. وتستعمل هذه العلامة (°) اختصارا لكتابة كلمة درجة التى هى وحدة قياس الزوايا وتوضع فوق رقم الدرجات وأنواع الزوايا بالنسبة للانفراج المحصور بين ضلعيها هى :

أ- **قائمة:** مثل وهى تساوى 90° أى ربع محيط الدائرة وتحدث الزوايا القائمة عندما يتلاقى مستقيمان فى نقطة بحيث تكون كل زاويتين متجاورتين من الزوايا الأربع الحادثة من تلاقى المستقيمين المذكورين وتساوى 180°. ويكون مجموع الزوايا المتقابلة بالرأس فى مركز الدائرة 360° قوائم كذلك.

ب- **حادة:** وهى أقل من القائمة.

ج- **منفرجة:** وهى أكبر من القائمة.

الشكل المثلثى Triangle:

هو سطح مستو محدود بثلاثة مستقيمات متقابلة بعضها مع بعض مثنى مثنى، وهذه المستقيمات تسمى أضلاع المثلث ويسمى كل من نقط التقابل رأساً للمثلث، والزوايا المحصورة بين أضلاعه تسمى زوايا المثلث. وأصطلح أن تكون العلامة Δ اختصارا لكلمة مثلث وتوضع قبل حروفه هكذا ABC Δ مثلاً. وقاعدة المثلث هى الضلع المقابل لزاوية المثلث المعتبرة رأسا له، فى حين أنه يمكن اعتبار أى ضلع كقاعدة للمثلث. وأنواع المثلث بالنسبة إلى زواياه هى: قائم الزاوية، منفرج الزاوية، حاد الزاوية.

الشكل الرباعى Rectangle:

هو سطح مستوى محدود بأربعة مستقيمات متقابلة بعضها مع بعض وتسمى خطوطه الأربعة أضلاعاً كما تسمى نقط التقابل رؤوساً والمستقيم الواصل بين راسين متقابلين قطراً. وتميز الأشكال الرباعية بعضاً عن البعض الآخر بالنسبة للأضلاع والزوايا.

أ- المربع: هو ما كانت جميع أضلاعه متساوية و زوايا الأربع قوائم.

ب- المستطيل: هو ما كان فيه كل ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين، وزواياه الأربع قوائم.

ج- متوازى الأضلاع: كالمستطيل غير أن زواياه لا تكون قائمة، وكل زاويتين متقابلتين متساويين.

د- المعين المنتظم: كالمربع غير ان زواياه لا تكون قائمة فهو بذلك كمتوازى الأضلاع كما أن قطريه يكونان متعامدين ومتناصفين ولكنهما غير متساويين.

ه- شبه المنحرف: هو شكل رباعى اضلاعه مختلفة الأطوال وفيه ضلعان متوازيان يسميان قاعدتيه فإن كان الضلعان غير المتوازيين متساويين سمى شبه منحرف متساوى الساقين، وإن كانت إحدى زواياه قائمة سمى منحرفاً قائم الزاوية، ويسمى الخط الموازى لقاعدتيه من منتصف الإرتفاع بالقاعدة المتوسطة لأن مقداره يساوى نصف مجموع قاعدتيه.

الدائرة Circle:

هى مستوى محاط بخط منحنى مقفل يتكون بتحرك نقطة على بعد ثابت من نقطة أخرى هى مركز الدائرة. وهذا البعد الثابت يسمى نصف القطر ويسمى الخط المنحنى المقفل محيط الدائرة. وقطر الدائرة هو مستقيم مار بمركز الدائرة وينتهى طرفاه على محيط الدائرة. ويمكن تعريف أجزاء الدائرة كالآتى:

أ- القوس: هو جزء من المحيط.

ب- الوتر: هو المستقيم الواصل بين نهايتى قوس ولا يمر بمركز الدائرة.

ج- المماس: هو المستقيم الذى يمس محيط الدائرة فى نقطة واحدة وتسمى بنقطة التماس، ويكون عمودياً على نصف القطر المار بنقطة التماس هذه.

د- القطعة الدائرية: هى جزء من سطح الدائرة محصورة بين قوس ووتر.

ه- القطاع الدائرى: هى جزء من سطح الدائرة محصورة بين قوس وبين نصفى قطرين.

و- الزاوية المركزية: هى الإنفراج المحصور بين نصفى قطرين فى دائرة واحدة.

ز- **الزاوية المحيطية:** هى التى يوجد رأسها على المحيط سواء أكان ضلعها قاطعين للمحيط أو كان أحدهما قاطعاً للمحيط والآخر مماساً له.

ح- **الزاوية الخارجية:** هى التى رأسها خارجة عن المحيط.

ط- **الزاوية الداخلية:** هى التى رأسها بين المركز والمحيط.

ي- **الدوائر المركزية:** هى التى تشترك فى المركز وتختلف فى أنصاف الأقطار.

ك- **الدائرتان المتماستان:** هما اللتان اشترك محيطاهما فى نقطة واحدة سواء أكانت من الخارج أو الداخل، ويلاحظ أن نقطة التماس تكون على مستقيم واحد ماراً بالمركز.

ل- **الدائرتان المتقاطعتان:** هما اللتان اشترك محيطاهما فى نقطتين ويلاحظ أن يكون المستقيم الواصل بين نقطتى التقاطع والمستقيم الواصل بين المركزين متعامدين والثانى بنصف الأول.

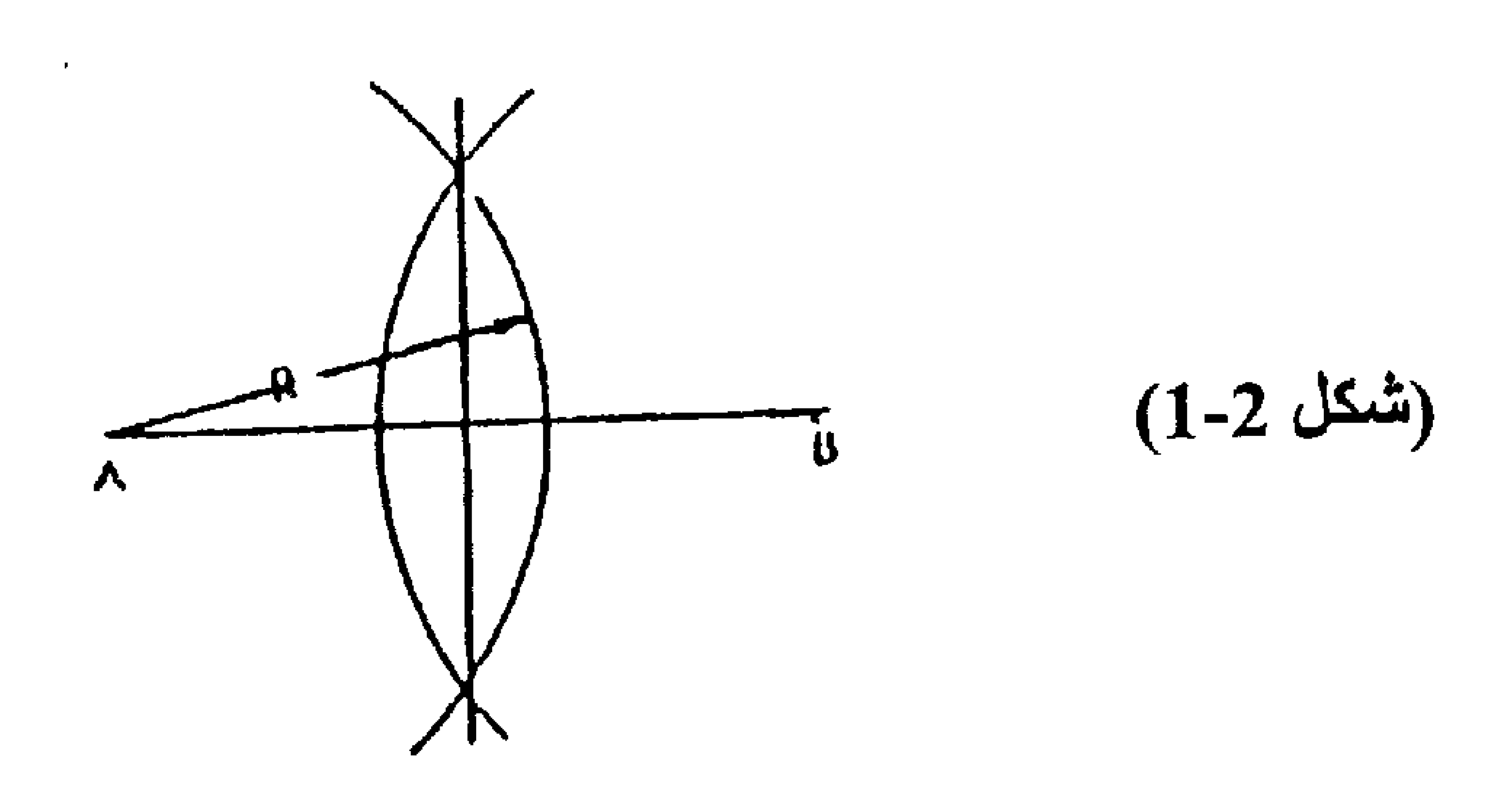
1- العمليات الهندسية على الخط المستقيم

- طريقة تنصيف مسقيم

إذا كان AB مستقيم معلوم ومطلوب تصنيف هذا المستقيم المعلوم (شكل 2-1).

العمل:- أركز فى A، وبفتحة أكبر من نصف المستقيم المعلم ارسم قوسين على جانبى المستقيم

- إركز فى B وبنفس الفتحة اقطع القوس الأول فى D،والثانى فى C.
- صل CD فيقطع المستقيم AB فى M وتكون M هى نقطة التصنيف المطلوبة .



(شكل 2-1)

- طريقة إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه.

إذا كانت النقطة A معلومة على مستقيم والمطلوب إقامة عمود على المستقيم المعلوم من النقطة A (شكل 2-2).

العمل: - إركز فى نقطة A وبنصف قطر مناسب عين النقطتين B.C على المستقيم

- إركز فى B وبنصف قطر اطول من AB بمقدار مناسب إرسم قوسا
- وبنفس الفتحة إركز فى C وارسم قوسا آخر يقطع القوس الأول فى D
- صل DA فيكون هو العمود المطلوب.

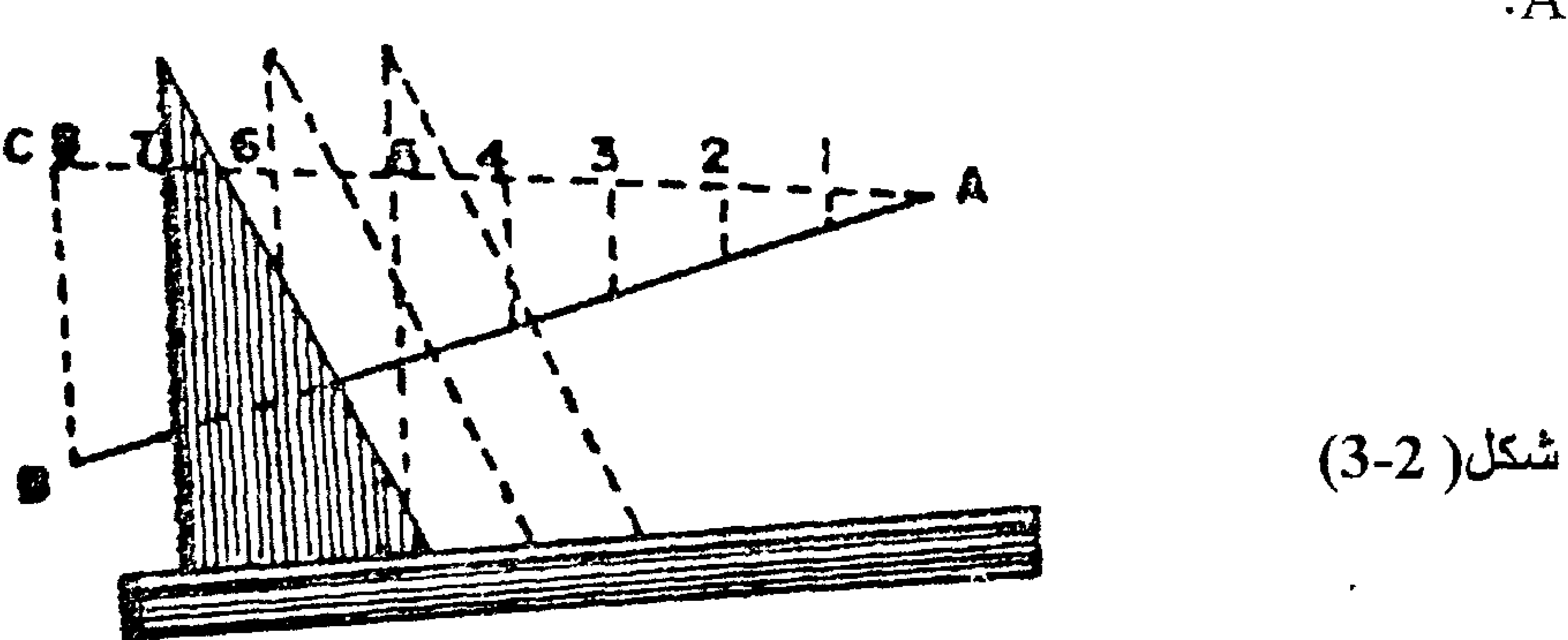
(شكل 2-2)

- طريقة تقسيم مستقيم معلوم إلى أى عدد من الأقسام المتساوية

يوضح (شكل 2-3) طريقة تقسيم مستقيم معلوم إلى أى عدد من الأقسام المتساوية. المستقيم AB مطلوب تقسيمه إلى ثمانية أقسام متساوية .

العمل:

- ارسم من إحدى نهايتى المستقيم AB ولتكن A مستقيما AC يصنع معه زاوية ما
- خذ بالفرجار على هذا المستقيم مبتدئا من A ثمانية أبعاد متساوية بأى طول مناسب ،
- صل CB وارسم من نقط التقسيم الآخر موازيات له بالمثلث والمسطرة وبذلك يقسم AB ألى ثمانية أقسام متساوية .
- لكى ترسم الموازيات بالمسطرة والمثلث طبق ضلع المثلث على المستقيم BC ثم طبق المسطرة على الضلع الثانى للمثلث وعندئذ ثبت المسطرة فى مكانها وحرك المثلث بالانزلاق على حافتها حتى إذا ما وصلت حافته إلى واحدة من نقط التقسيم ارسم على حافته مستقيما تقطع AB.



شكل(2-3)

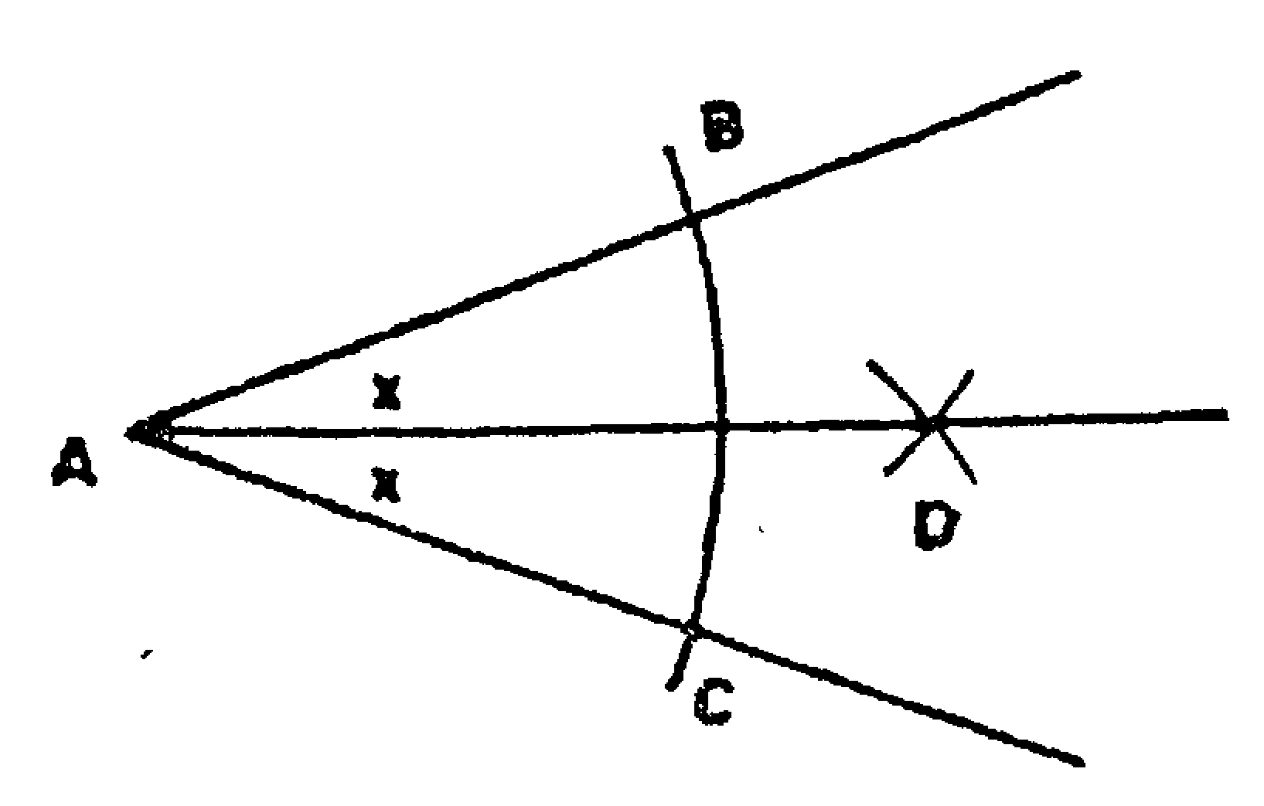
2-العمليات الهندسية على الزوايا

- طريقة تنصيف زاوية معلومة

يوضح (شكل2-4) طريقة تصنيف زاوية معلومة . فالزاويـــة BAC معلومـــة والمطلـــوب تنصفها.

العمل: - إركز فى نقطة Aوارسم قوسا يقطع ضلعى الزاوية فى B,C

- إركز فى كل من B,C وبفتحة مناسبة إرسم قوسين آخرين يتقطعان فى D
- ويكون المستقيم AD هو المنصف المطلوب للزاوية



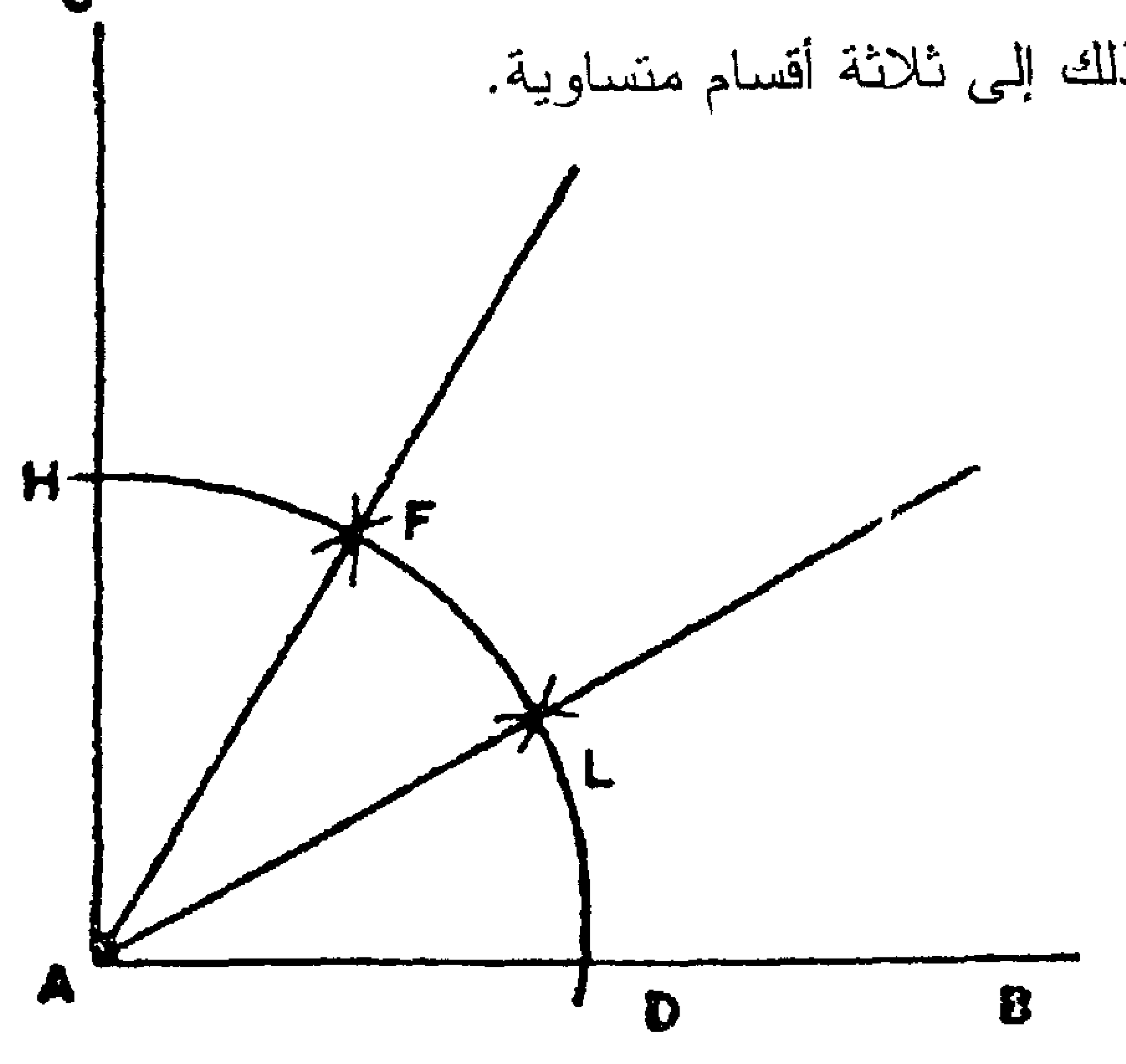
شكل(2-4): طريقة تنصيف زاوية معلومة

- طريقة تقسيم الزاوية القائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية

يوضح (شكل2-5) كيفية تقسيم الزاوية القائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية . الزاويـــة BAC القائمة والمطلوب تقسيمها إلى ثلاثة أقسام متساوية .

العمل: - نركز عند نقطة A وبفتحة مناسبة نرسم قوسا يقطع AB فى D و AC فى H

- إركز فى كل من D,H وبالفتحة نفسها ارسم قوسين يقطعان القوس المرسوم فى F, L
- صل AF , AL فتنقسم الزاوية القائمة بذلك إلى ثلاثة أقسام متساوية.



شكل(2-5): طريقة تقسيم الزاوية القائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية

3-العمليات الهندسية على المثلثات

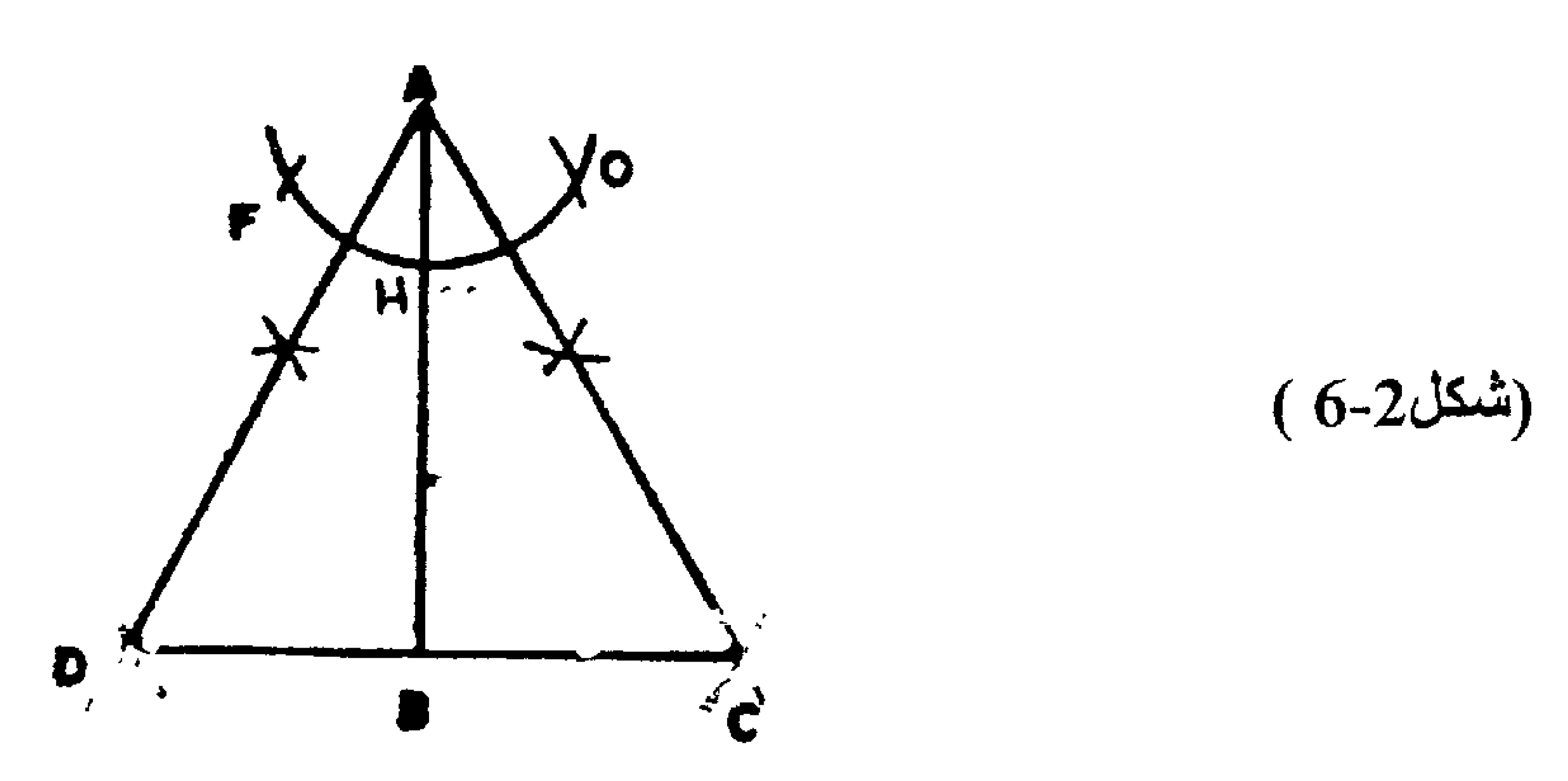
– طريقة رسم مثلث متساوى الأضلاع معلوم ارتفاعه

يوضح (شكل2-6) طريقة رسم مثلث متساوى الأضلاع معلوم ارتفاعه .

فإذا كان طول الارتفاع معلوم AB والمطلوب رسم مثلث متساوى الأضلاع يكون AB هو ارتفاعه.

العمل : – ارسم عمودا على AB من نقطة B ثم إركز فى A وبفتحة مناسبة ارسم قوسا يقطع AB فى H

- إركز فى H وبالفتحة نفسها أقطع القوس المرسوم فى F, O. نصف كل من القوسين OH, HF بمستقيمين يقطعان العمود السابق رسمه على AB من نقطة B فى C , D فيكون ACD هو المثلث المطلوب.



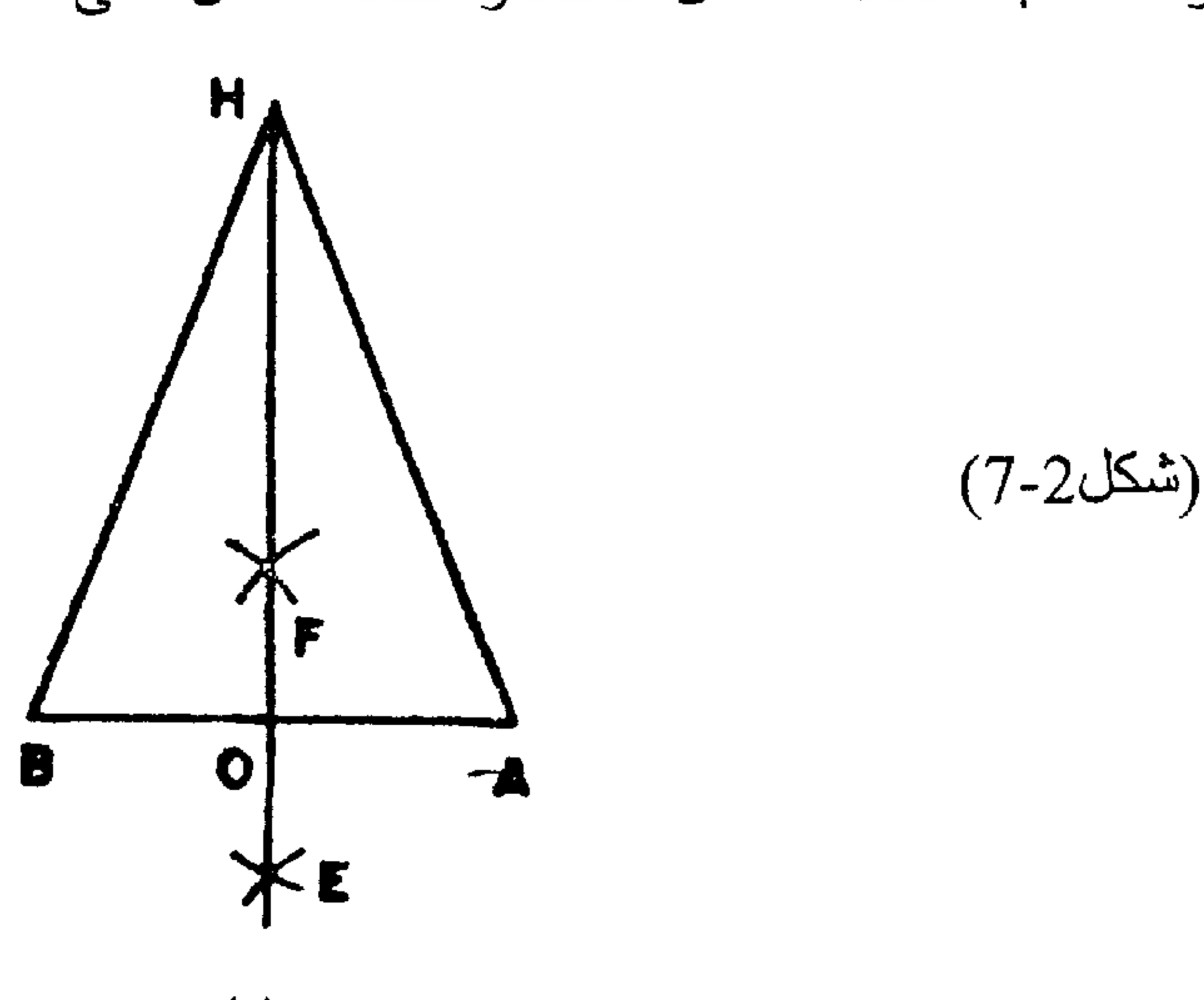
(شكل2-6)

- طريقة رسم مثلث متساوى الساقين معلوم طول قاعدته وارتفاعه

يوضح (شكل2-7) طريقة رسم متساوى الساقين معلوم طول قاعدته و ارتفاعه.

– AB طول القاعدة المعلومة والارتفاع معلوم والمطلوب رسم مثلث متساوى الساقين.

العمل : نصف القاعدة AB فى O نمد OF على استقامة وبفتحة تساوى الارتفاع نركز فى O ونحدد البعد OH . صل HA و HB تحصل على المثلث HAB المطلوب.



(شكل2-7)

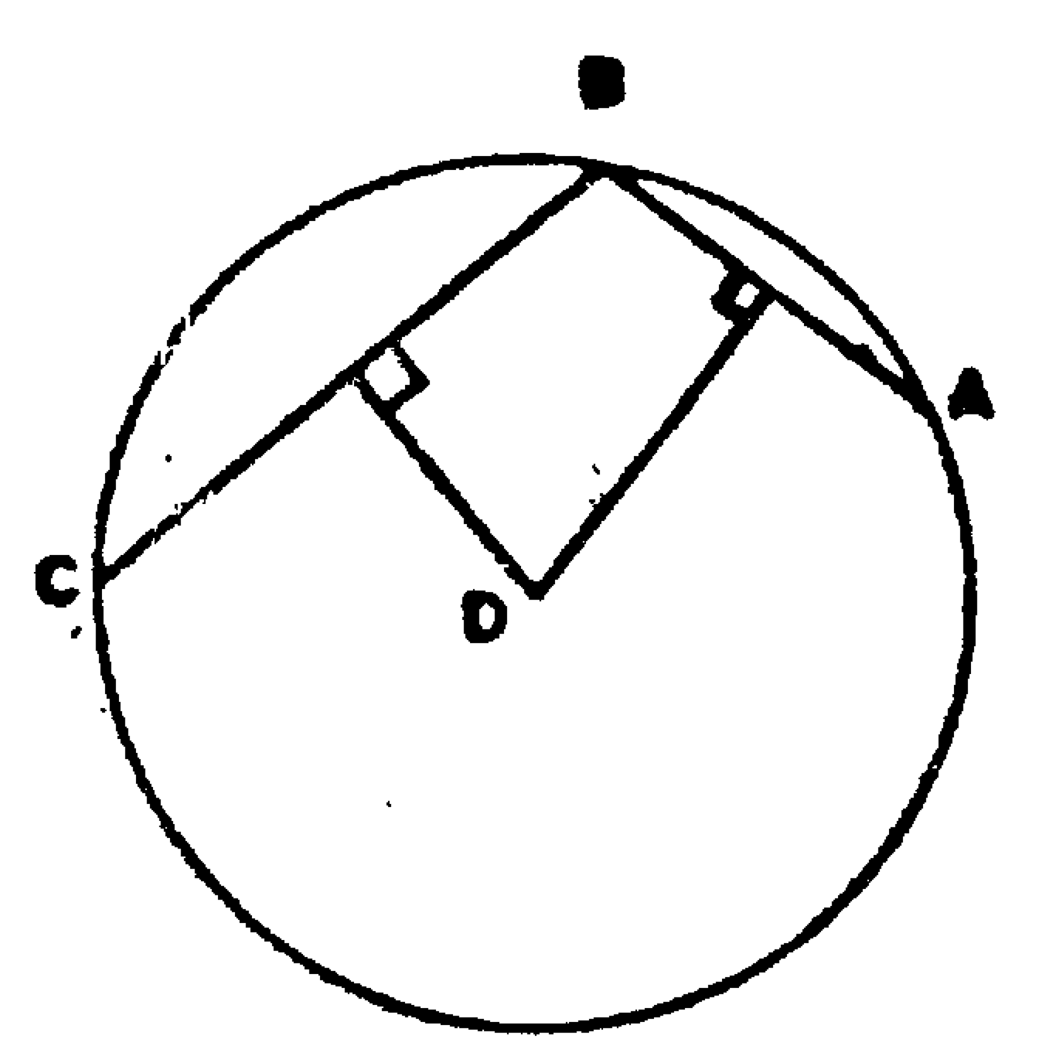
4-العمليات الهندسية على الدوائر

- طريقة إيجاد مركز الدائرة

يوضح (شكل2-8) طريقة إيجاد مركز الدائرة.

إذا كانت لديك دائرة ما والمطلوب إيجاد مركزها M.

العمل: ترسم وترين غير متوازيين BC, AB فى الدائرة ثم أقم عمودين عند منتصفها وتكون نقطة تقاطع العمودين هى مركز الدائرة M.

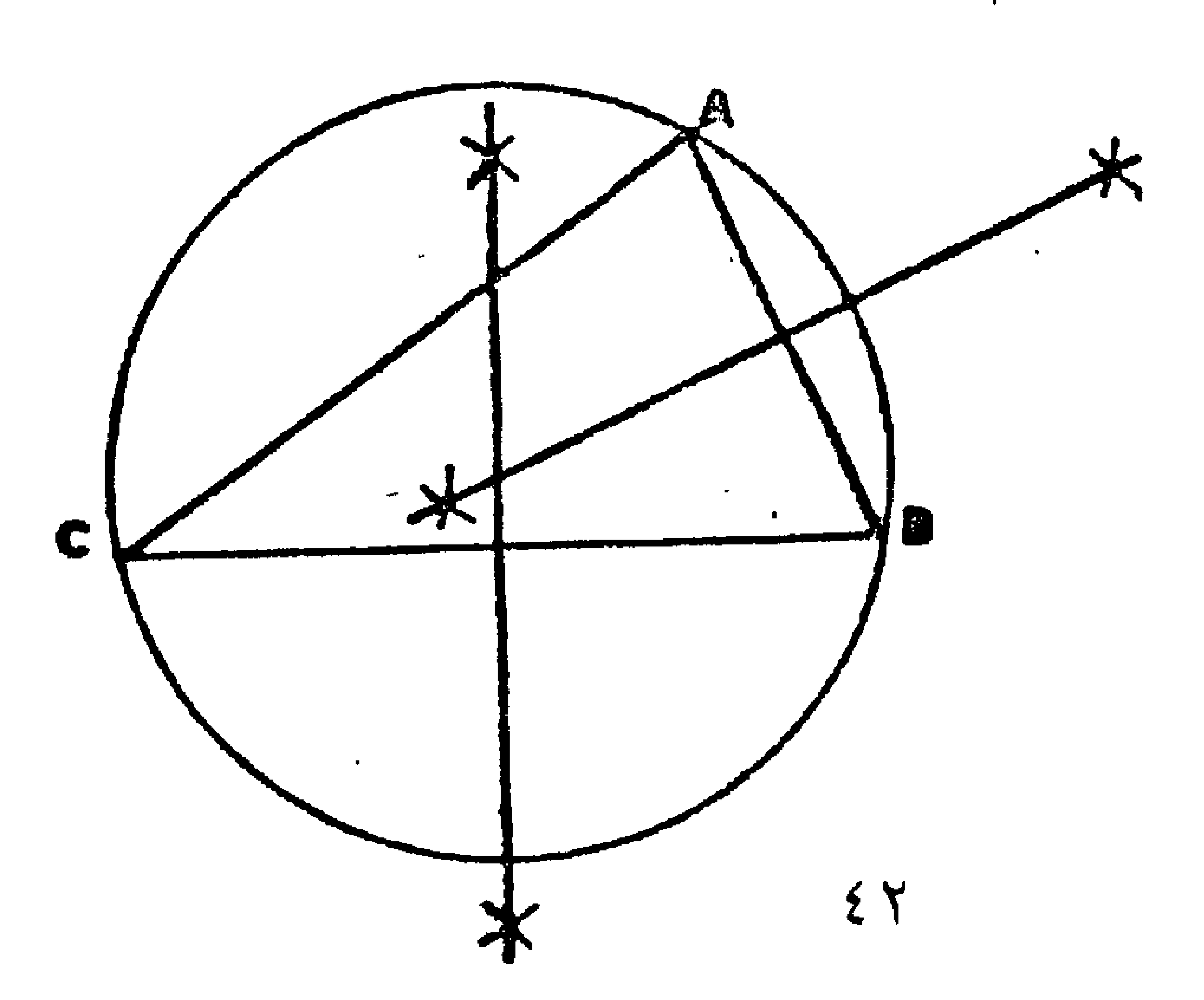


(شكل2-8) : طريقة إيجاد مركز الدائرة.

- طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم

يوضح (شكل2-9) طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم. إذا كان المثلث ABC معلوما والمطلوب رسم دائرة تمر بالرؤوس A, B, C.

العمل: تنصف أى ضلعين من أضلاع المثلث ABC بعمودين وتكون نقطة تقاطع العمودين هى مركز الدائرة المطلوبة D ومن نقطة D ارسم الدائرة التى نصف قطرها DA.

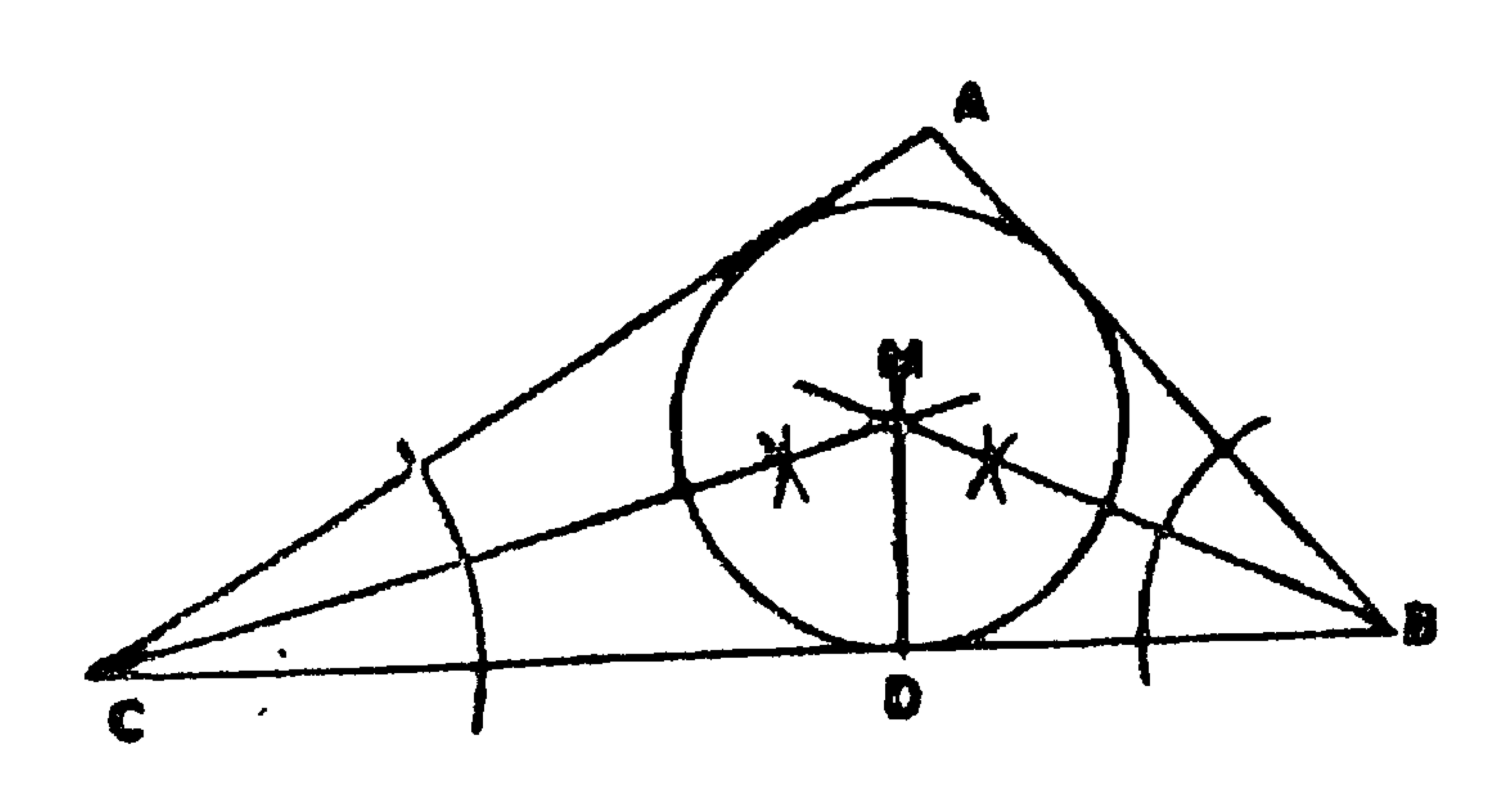


(شكل2-9) : طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم

- طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم

يوضح (شكل2-10) طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم .إذا كان المثلث **ABC** معلومـــا والمطلوب رسم دائرة داخل هذا المثلث.

العمل: تنصف أى زاويتين من زوايا المثلث المعلوم وتكون نقطة تقاطع هذين المنصفين هى مركز الدائرة المطلوبة. أسقط MD عمودا على أحد أضلاع المثلث . ثم إركز فـــى M وبفتحـــة تساوى MD ارسم الدائرة المطلوبة .

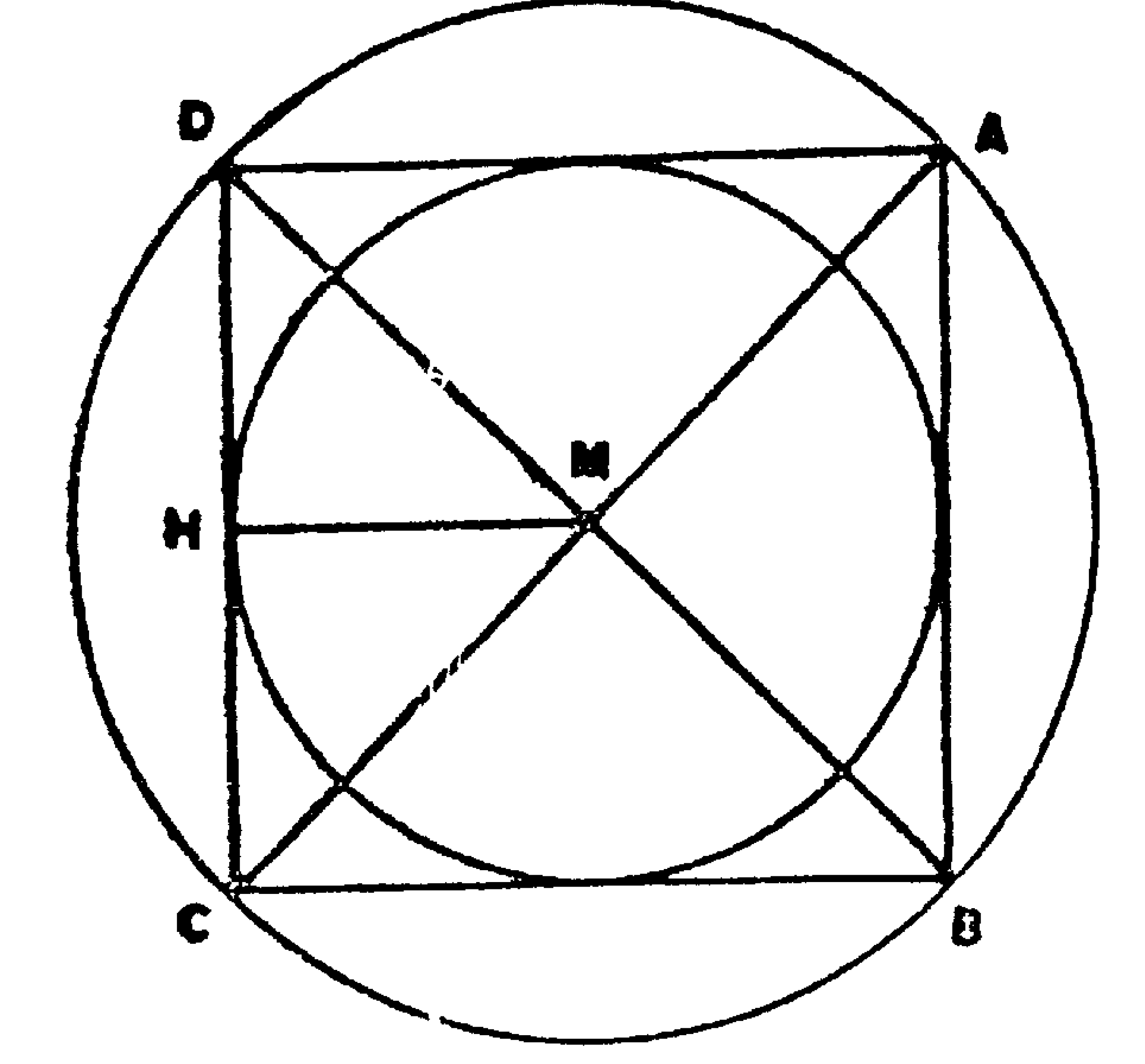


شكل(2-10): طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم

– طريقة رسم دائرة داخل مربع ودائرة أخرى تمر بروؤسه

المربع ABCD المعلوم والمطلوب رسم دائرة داخل هذا المربع ودائرة تمر بروؤسه

العمل: وصل القطرين فتكون نقطة تقابلهما هى مركز كل من الدائرتين. ارسم MH عمودى علـــى CD ثم اركز فى M وبنصف قطر MH ارسم الدائرة الداخلة. ثم إركز فى M ارسم الدائرة المارة برؤوس المربع.



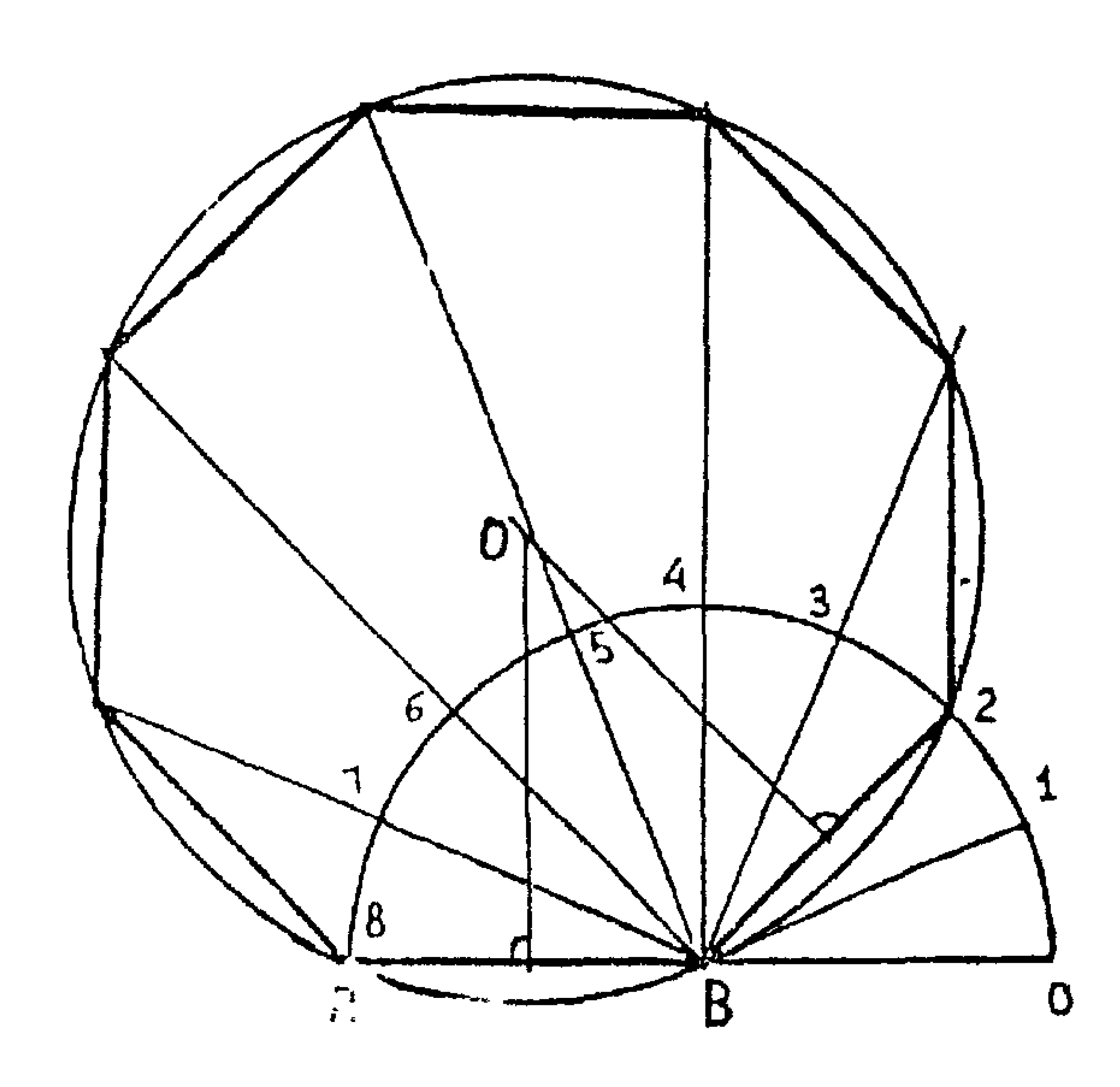
شكل(2-11): طريقة رسم دائرة داخل مربع ودائرة أخرى تمر بروؤسه

رسم أى مضلع منتظم بمعلومية طول ضلعه:

العمل: هناك طريقتان

الطريقة الأولى

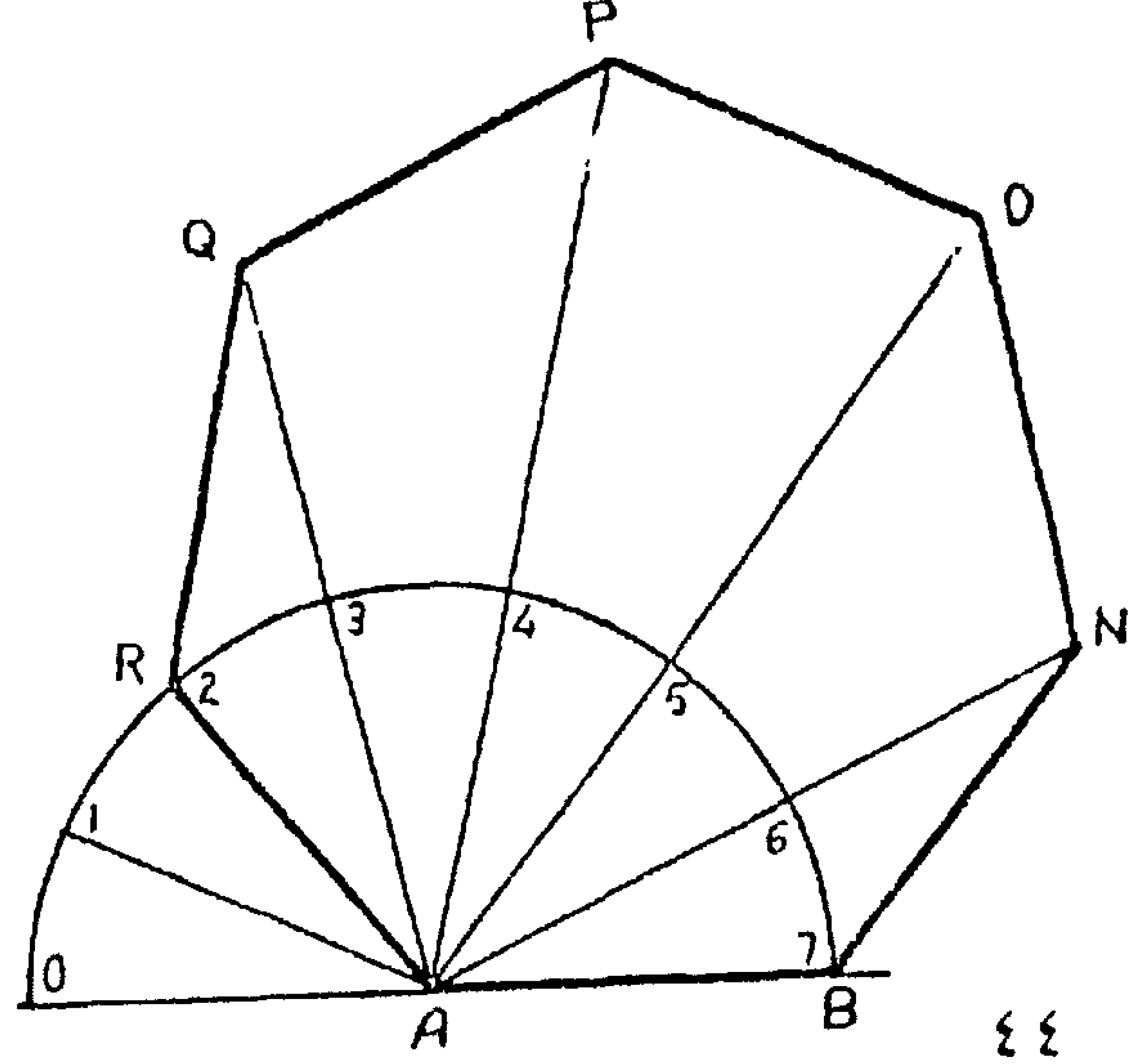
يوضح شكل(2-12) طريقة رسم مضلع وليكن ثمانى الشكل بمعلومية طول ضلعه AB وتتلخص الطريقة فى رسم نصف دائرة مركزها B ونصف قطرها يساوى طول الضلع ثم تقسم نصف الدائرة إلى ثمانية أقسام متساوية (عدد أضلاع الشكل) ونصل نقطة B بنقطة التقسيم الثانية (2) فيكون B2 هو الضلع الثانى. ترسم الدائرة التى نمر بالرؤوس الثلاثة A, B, 2 فتكون هذه الدائرة هى المارة برؤوس الشكل وبهذا يمكن تعيين باقى الرؤوس عليها بأن نركز فى 2 وبفتحة تساوى طول الضلع تقطعها فى الرأس التالية وهكذا.



شكل(2-12) :
طريقة رسم مضلع

الطريقة الثانية:

وهى مشابهة للطريقة الأولى مع عدم لزوم رسم الدائرة المارة برؤوس المضلع ويوضح شكل(2-13) طريقة رسم شكل سباعى منتظم فبعد رسم نصف الدائرة وتقسيمها إلى سبعة أجزاء متساوية نركز فى (2) وبفتحة تساوى ضلع المضلع تقطع الشعاع A3 فى الرأس Q ثم نركز فى Q وتقطع الشعاع A4 فى P وهكذا.



شكل(2-13): طريقة رسم
شكل سباعى منتظم

العمليات الهندسية الخاصة بالمماسات والأقواس

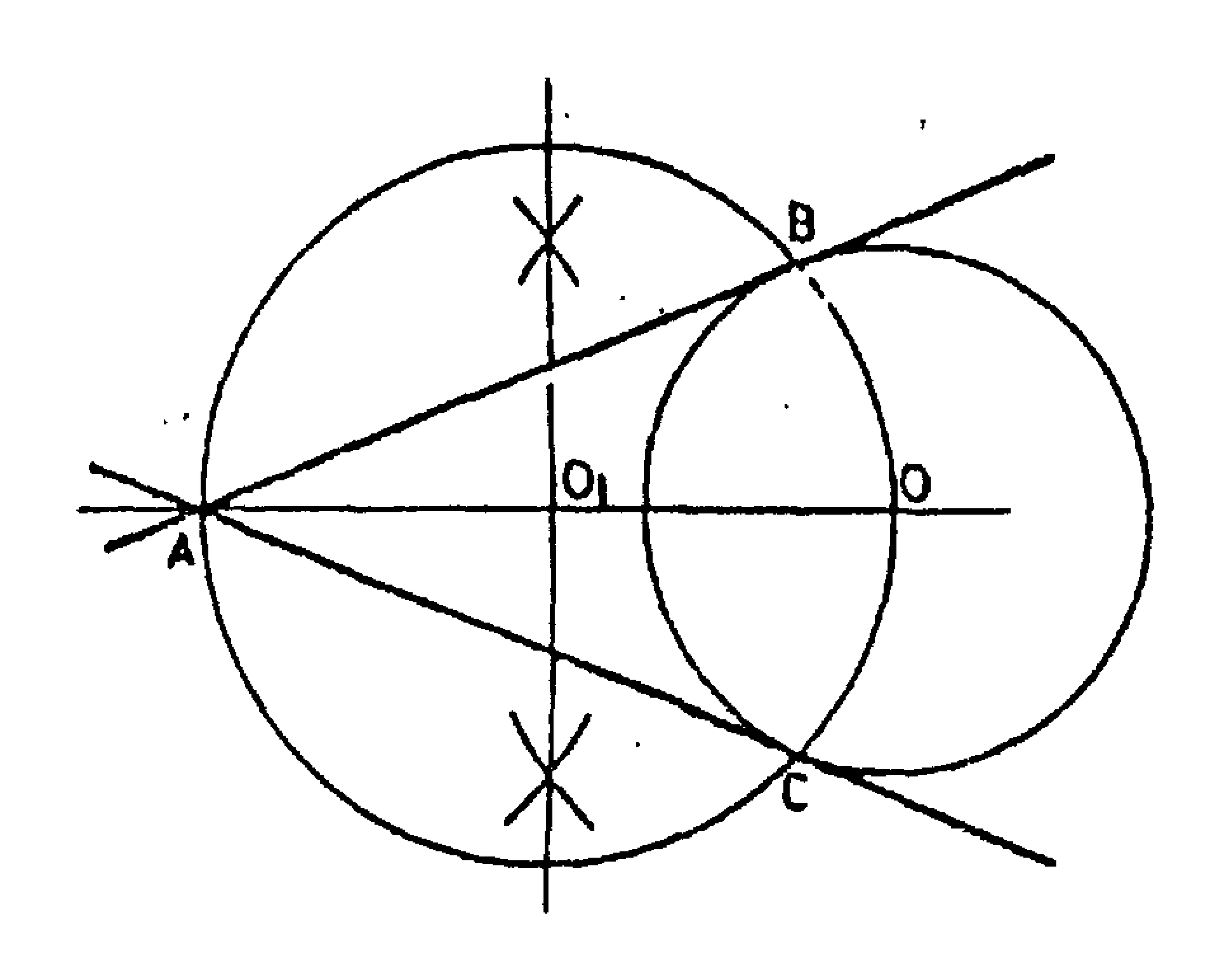
- طريقة رسم مماس لدائرة من نقطة خارجها معلومة.

يوضح (شكل2-14) طريقة رسم مماس لدائرة من نقطة خارجها معلومة.

المعلوم : دائرة O ونقطة A خارجها .

والمطلوب: رسم مماس من A للدائرة O

العمل: صل الخط AO ونصفه فى نقطة O_1 وبفتحة البرجل AO_1 إركز عند O_1 وارسم دائرة تقطع الدائرة المعلومة فى نقطتين B,C هما نقطتى التماس لمطلوبتين . وصل AB وAC فيكون هو المماسين المطلوبين.



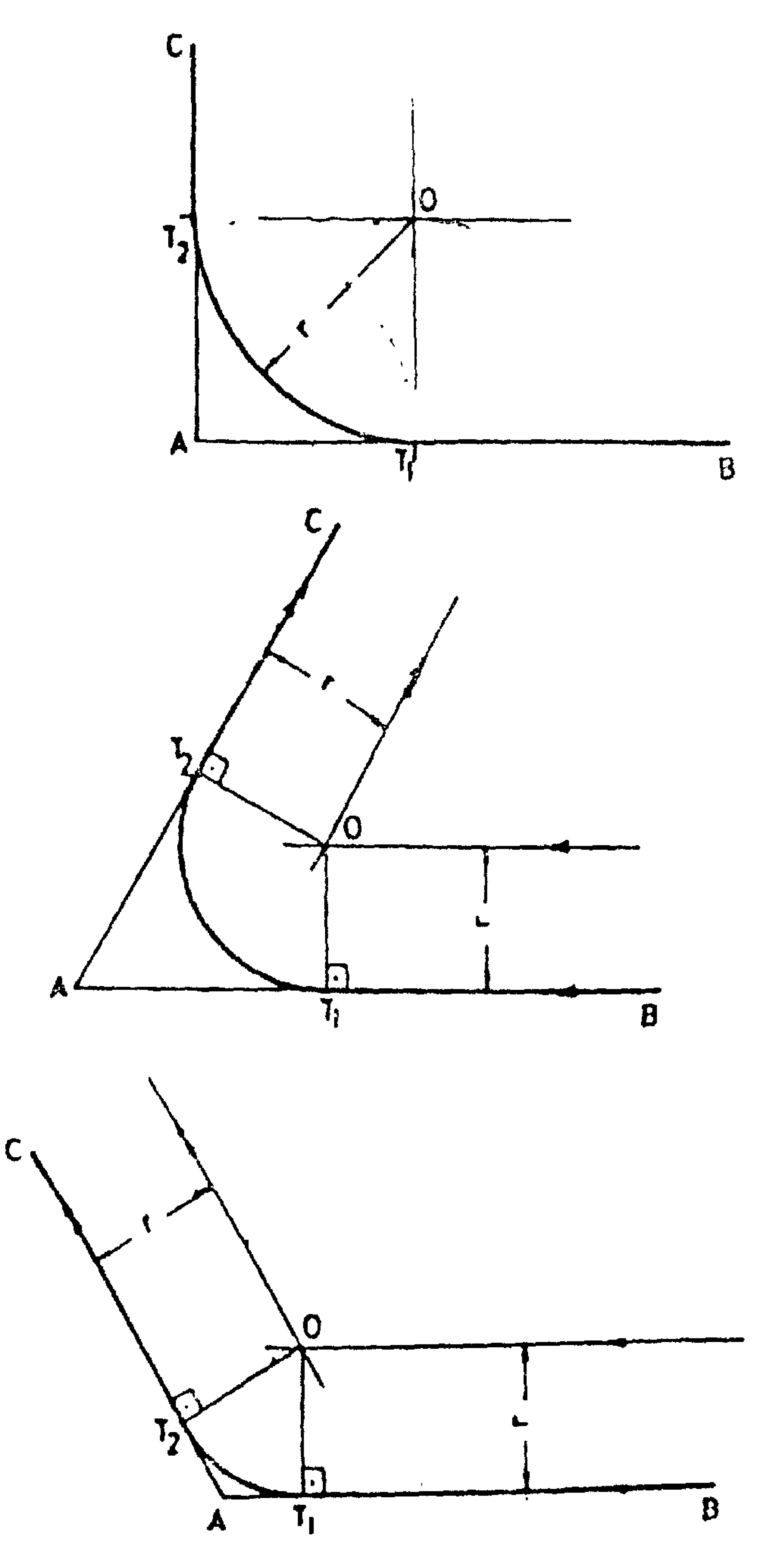
(شكل2-14) طريقة رسم مماس لدائرة من نقطة خارجها معلومة.

رسم الأركان الدوارنية Fillets

الركن الدورانى هو قوس دائرى يمس مستقيمين معلومين وله نصف قطر معين، لذا تعتبر الخطوة الأساسية هى تعيين مركز هذا القوس. وبما أن المحل الهندسى لنقطة تتحرك بحيث تكون على بعد ثابت من مستقيم ثابت هو مستقيم يوازى هذا المستقيم وعلى بعد منه يساوى البعد الثابت. فلرسم الركن الدورانى فى أى حالة من الحالات الثلاثة (زاوية حادة – منفرجة– قائمة) المبينة بشكل(2-15) .

العمل:

ارسم مستقيما موازيا للمستقيم AB وعلى بعد يساوى نصف قطر الركن الـدوراني R. ثـم ارسم مستقيما آخر يوازى المستقيم AC وعلى بعد R. وتكون نقطة تقاطع المستقيمين المتوازيين O هى مركز الركن الدوراني، ولكن قبل رسمه لا بد من تحديد نقط تماسه مع المستقيمين AC , AB وذلك بإسقاط أعمدة من المركز O على كل من هذين المستقيمين. ثم إركز فى المركز O وبفتحـة تساوى R ارسم قوس من دائرة بين نقطتى التماس.



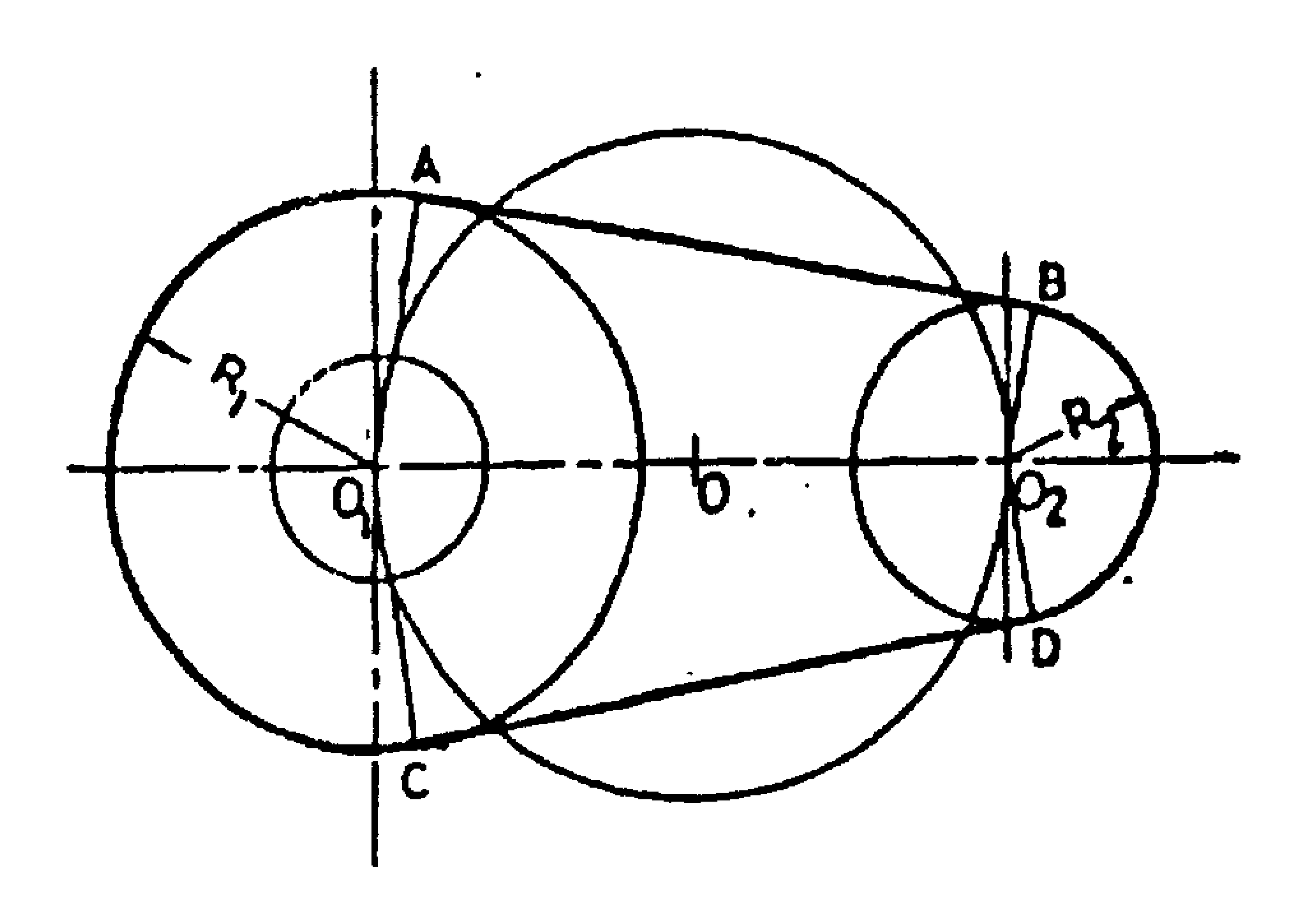
شكل(2-15): رسم الأركان الدوارنية Fillets

- طريقة رسم مماس من الخارج لدائرتين معلومتين (السير المفتوح Open Belt)

دائرتان معلومتان مركزيهما O_2 , O_1 ونصف قطرهما R_1 , R_2 والمسافة بينهما O_1O_2 معلومة (شكل2-16) والمطلوب رسم مماس لهما من الخارج.

العمل:

- صل المركزين O_1 , O_2 وارسم على O_1O_2 دائرة قطرها O_1O_2 .
- إركز فى مركز الدائرة الكبرىوبنصف قطر يساوى الفرق بـين نصـفى قطـر الـدائرتين المعلومتين ارسم دائرة تقطع الدائرة المرسومة على O_1O_2 فى نقطتين .
- وصل مركز الدائرة الكبرى بنقطتى التقاطع السابقتين ومد هذين المستقيمين ليقطعا الدائرة فى نقطتين C , A.
- ارسم من مركز الدائرة الصغرى مستقيما موازيا للمستقيم O_1A ليقطع الدئرة الصغرى فى نقطة B وبالمثل نحصل على النقطة D
- وصل النقطتين A, B ثم النقطتين D,C تحصل على المماسين المطلوبين.



شكل (2-16)

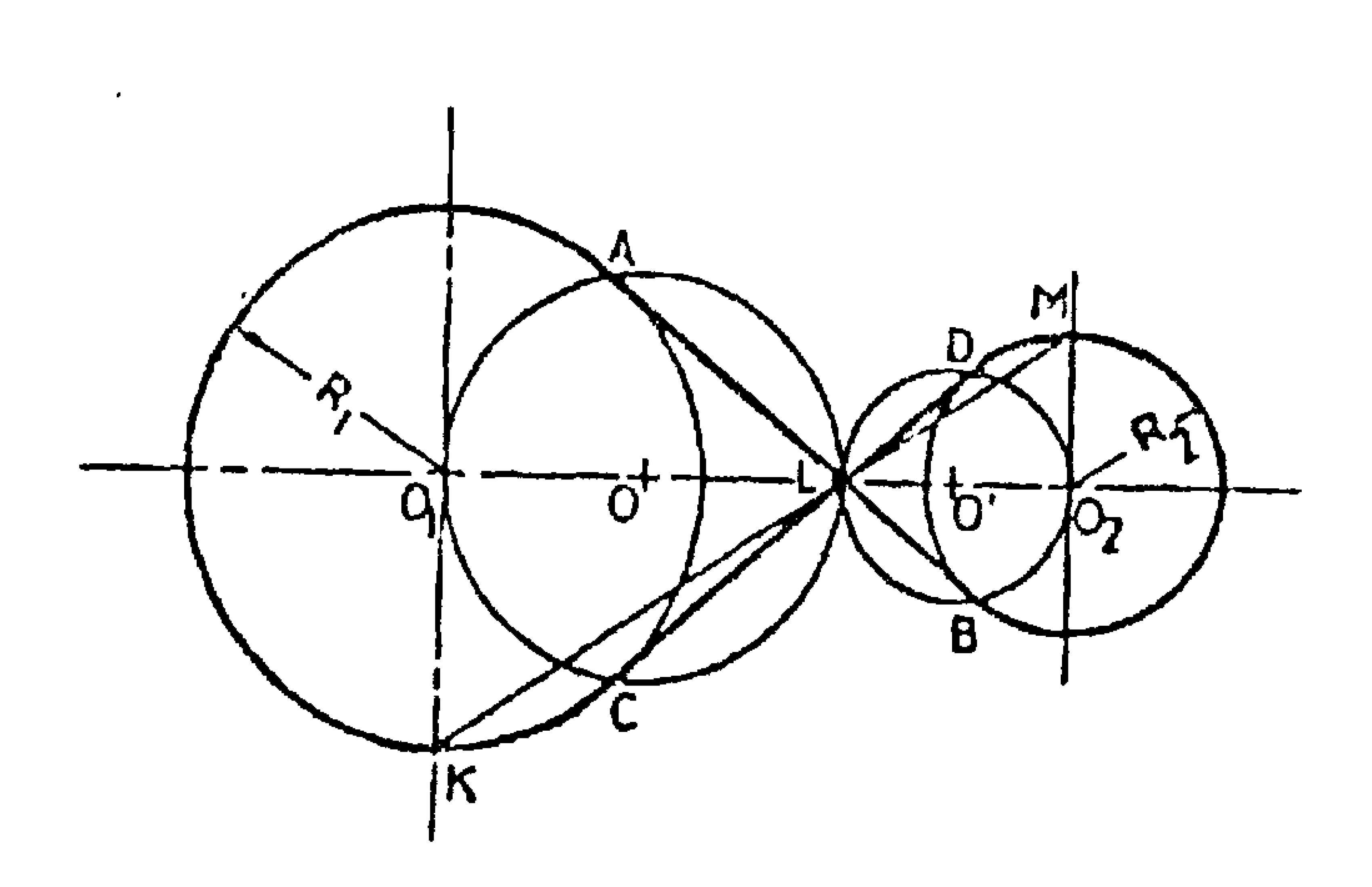
- طريقة رسم مماس من الداخل لدائرتين معلومتين (السير المقفل Crossed Belt)

دائرتان معلومتان مركزيهما O_1 , O_2 ونصف قطرهما R_1 , R_2 والمسافة بينهما O_1O_2 معلومة (شكل 2-17)

والمطلوب رسم مماس لهما من الداخل.

العمل:

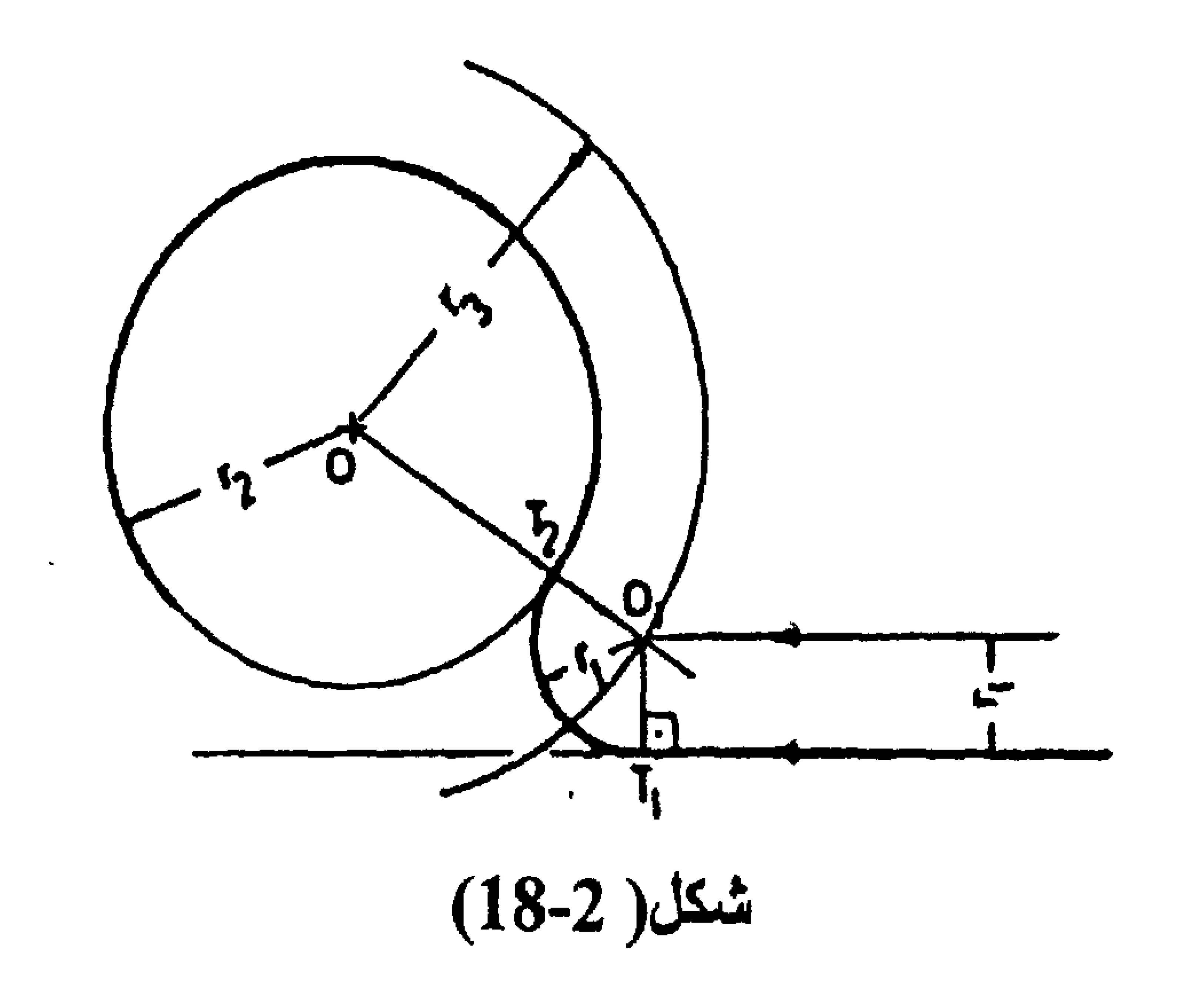
- قسم المسافة O_1O_2 بنسبة أنصاف الأقطار R_2, R_1 وذلك بتوصيل النقطة K بالنقطة M تحصل على النقطة L
- ارسم دائرة قطرها O_1L تقطع الدائرة التى مركزها O_1 فى النقطتين C , A.
- ارسم دائرة قطرها O_2L تقطع الدائرة التى مركزها O_2 فى النقطتين D , B .
- ارسم المستقيمين CD , AB تحصل على المماسين المشتركين للدائرتين من الداخل



شكل (2-17)

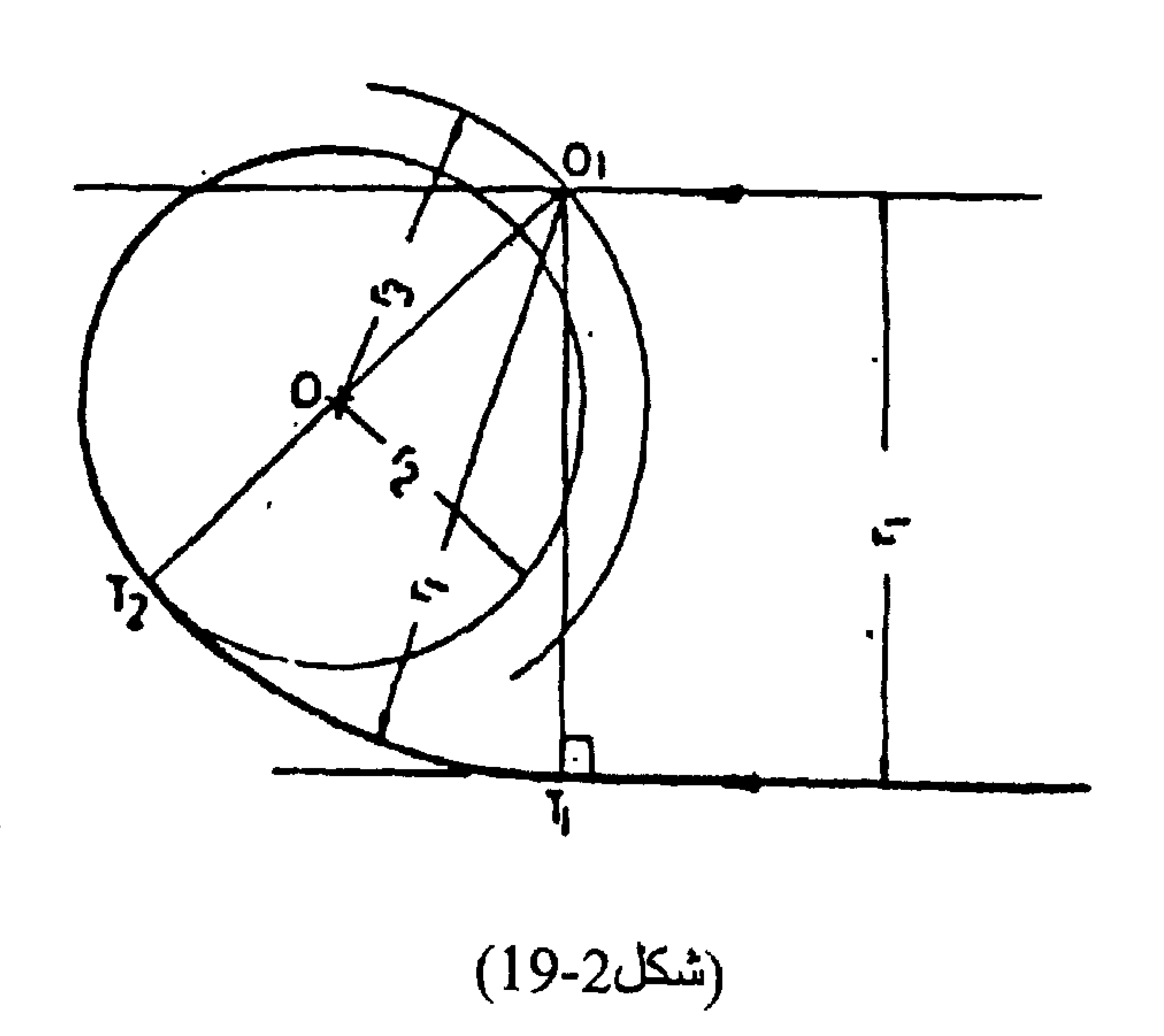
- رسم قوس دائرى بنصف قطر معلوم ويمس دائرة ومستقيم معلومين:

يتضح مما سبق أننا نحتاج لمحيلين هندسين نفطة تقاطعها هى مركز القوس المطلوب رسمه. وفى حالة إذا كان القوس يمس مستقيماً فإن المحل الهندسى يكون مستقيماً موازياً لهذا المستقيم وعلى بعد يساوى نصف قطر القوس. وفى حالة تماس القوس للدائرة فإن المحل الهندسى هو قوس من دائرة مركز هو مركز الدائرة التى يمسها القوس ونصف قطره يعتمد على موضع القوس بالنسبة للدائرة. ففى الحالة الأولى (شكل 2-18) نجمع نصف قطر الدائرة R_2 ونصف قطر القوس المطلوب R_1 نحصل على نصف قطر القوس المحل الهندسى الثانى R_3 .



شكل(2-18)

أما فى الحالة الثانية (شكل2-19) فإننا نطرح ($R_1 - R_2$) هذا الفرق هو R_3 نصف قطر قوس المحل الهندسى الثانى. وفى جميع الأحوال لا بد من تحديد نقط تماس القوس مع كل من المستقيم والدائرة قبل رسمه وذلك بإسقاط عمود من مركز القوس O_1 بمركز الدائرة O تحصل على نقطة التماس T_2 فى حالة جمع أنصاف الأقطار أما فى حالة طرح أنصاف الأقطار فلا بد من مد المستقيم O_1O على استقامته ليقطع الدائرة من الجهة الأخرى فى نقطة التماس T_2 . بعد ذلك يرسم القوس من المركز O_1 وبنصف قطر R_1 بين نقطتى التماس T_2 , T_1 .



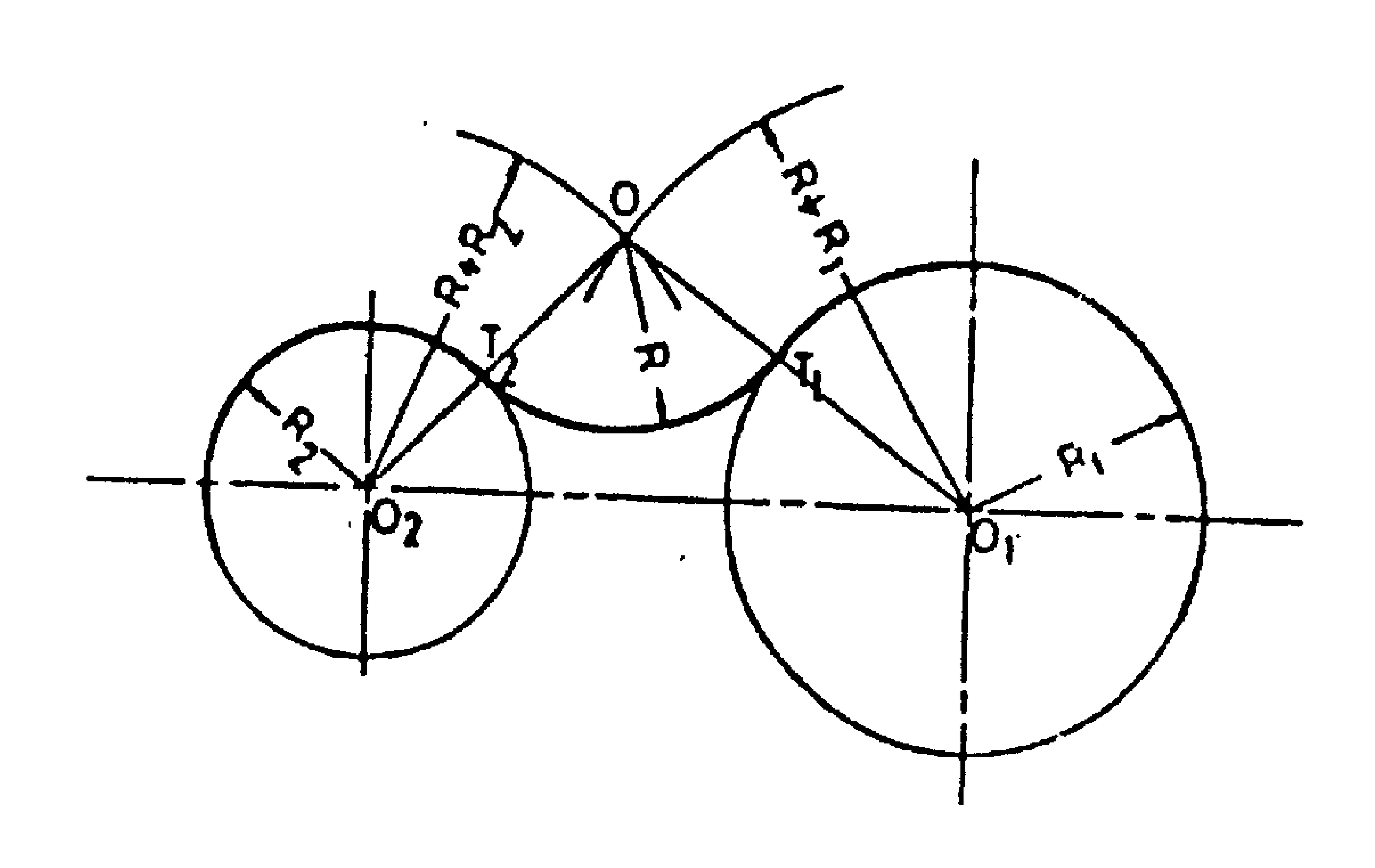
(شكل2-19)

رسم قوس دائرى بنصف قطر معلوم ويمس دائرتين معلومتين من الخارج.

دائرتين معلومتان مركزيهما R_1 R_2 والمسافة بينهما معلومة

والمطلوب رسم قوس يمس الدائرتين من الداخل نصف قطره R (شكل2-20)

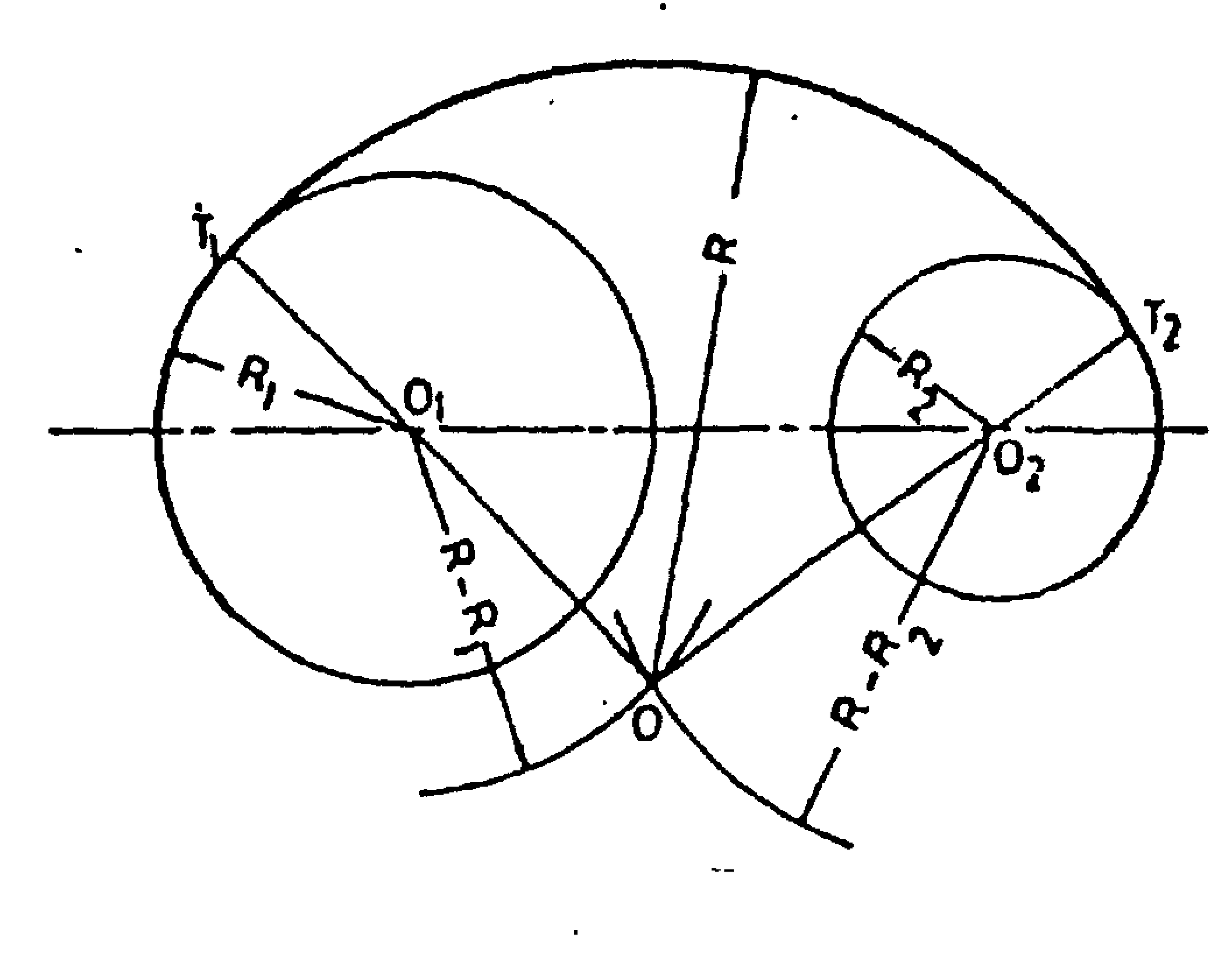
العمل: من المركز O_1 وبنصف قطر ($R_1 + R_2$) ارسم قوساً من دائرة جهة القوس المطلوب رسمه. ومن المركز O_2 وبنصف قطر $R + R_2$ ارسم قوساً آخر يقطع القوس السابق فى المركز O المطلوب. وصل المركز O بالمركزين O_2 , O_1 تحصل على نقطتى التماس T_1 , T_2 , ارسم القوس من المركز O ونصف قطر R بين نقطتى التماس T_2,T_1.



شكل(2-20)

رسم قوس دائرى بنصف قطر معلوم ونمس دائرتين من الداخل

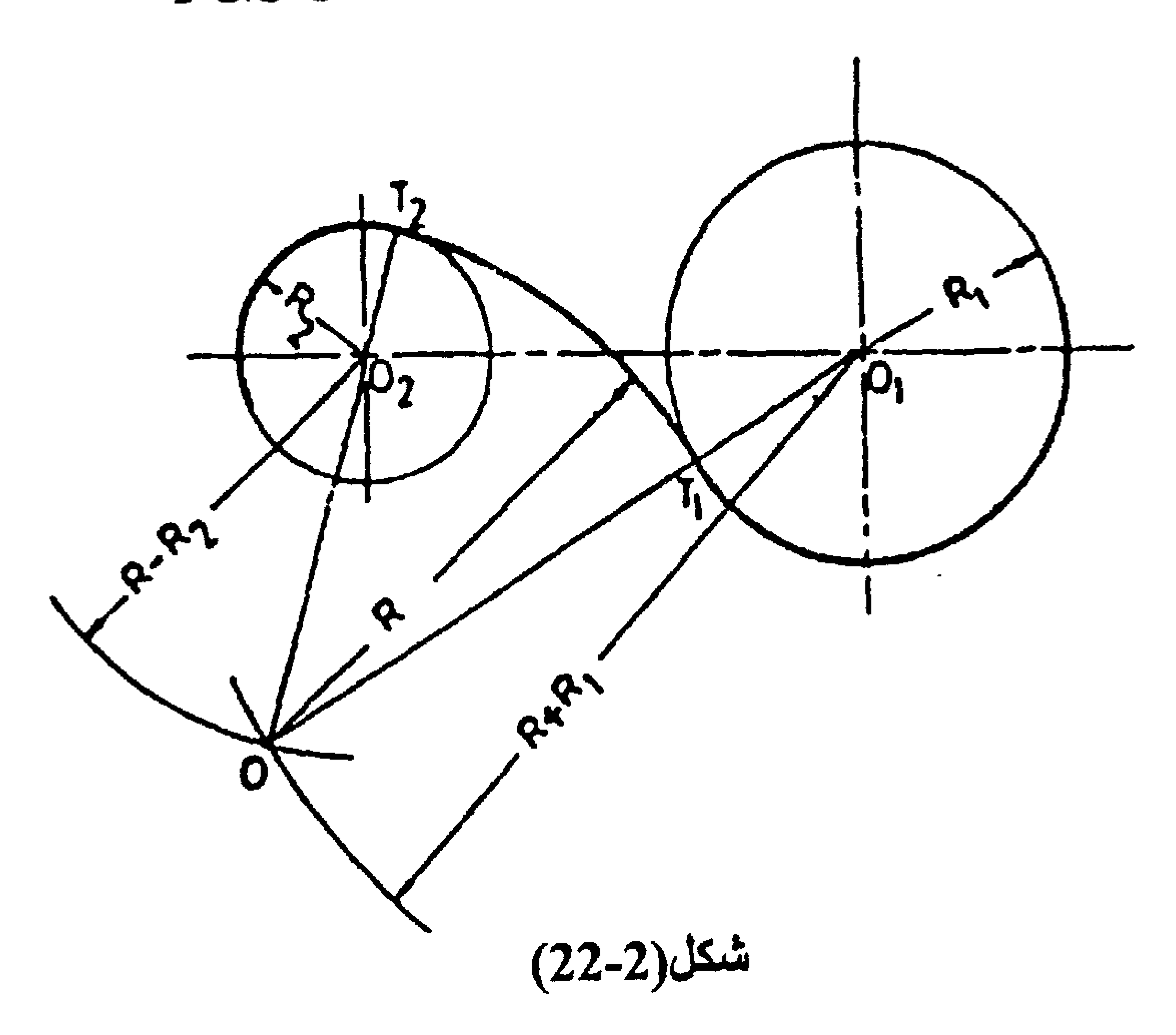
تتبع نفس الخطوات السابقة مع طرح أنصاف الأقطار ($R - R_2$) و ($R - R_1$) فى هذه الحالة وملاحظة أن نقطتى التماس T_1 , T_2 تقع على امتداد الخطين الواصلين بين المركز O والمركزين O_1 , O_2 على الترتيب كما هو يوضح (بشكل2-21).



شكل(2-21)

رسم قوس دائرى بنصف قطر معلوم ويمس دائرتين معلومتين على التعاكس

تمثل هذه الحالة (شكل 2-22) حالة مشتركة للحالتين السابقتين فتجمع انصـــاف الأقطـــار ($R + R_1$) وتطرح انصاف الأقطار و ($R - R_2$) وتقع نقطة التماس T_1 على الخط الواصـــل بين المركزين O , O_1. وكذلك نقطة T_2 على الخط الواصل بين المركزين OO_2



شكل(2-22)

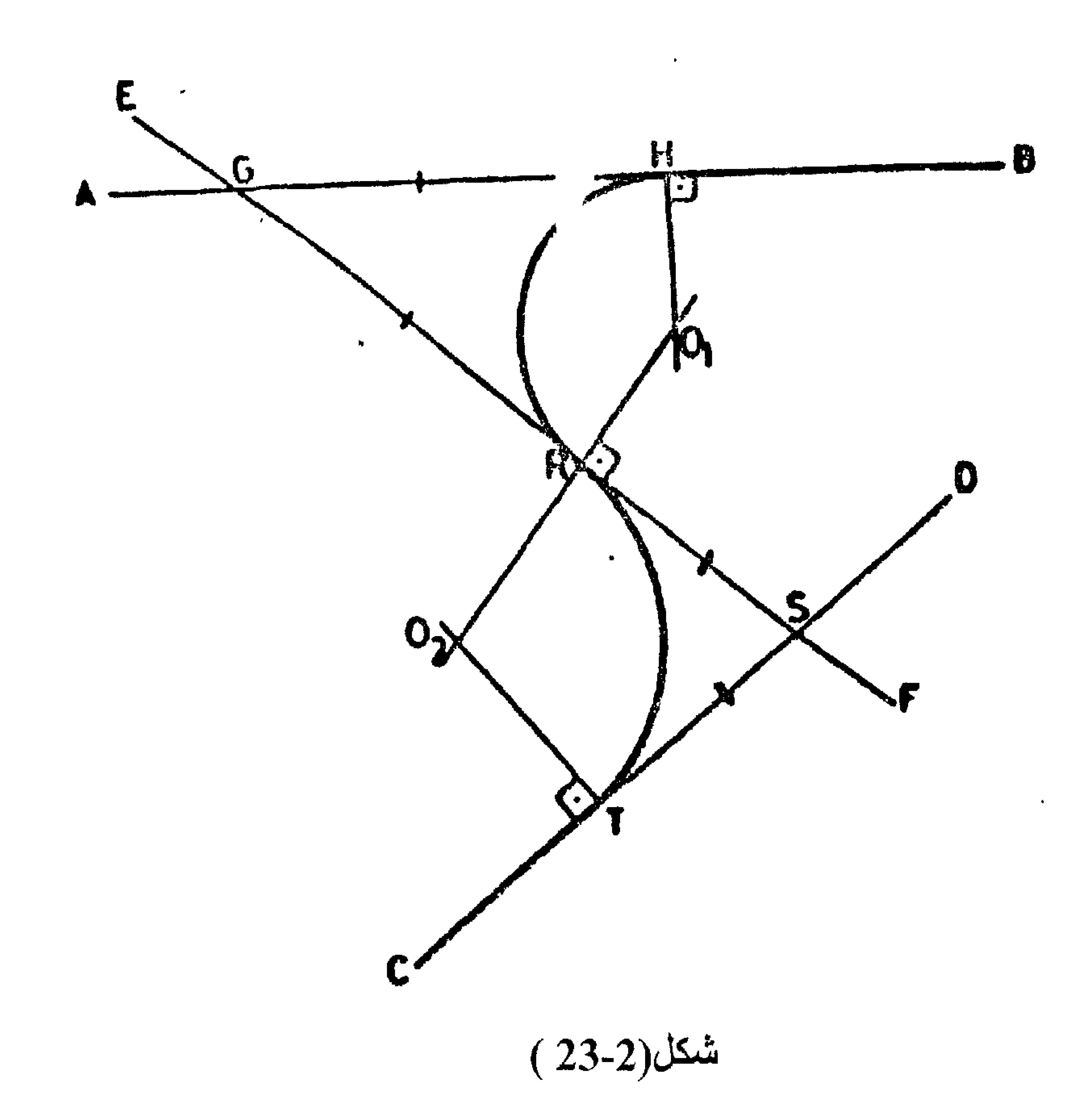
رسم منحنى معكوس Reversed Curve

فى حالة المنحنى المعكوس لا يعطى نصف قطر القوس أو مركزه ولكـــن تعطـــى بعـــض البيانات التى يمكن استخدامها للوصول لكل من المركز ونصف القطر.

الحالة الأولى:

بمعلومية المماسين AB , CD والقاطع EF ونقطة الانعكاس R والمطلوب رسم منحنى معكوس يمس المستقيمين AB , CD ويمس المستقيم القاطع وينعكس عند نقطة R كما هو موضح (بشكل2-23).

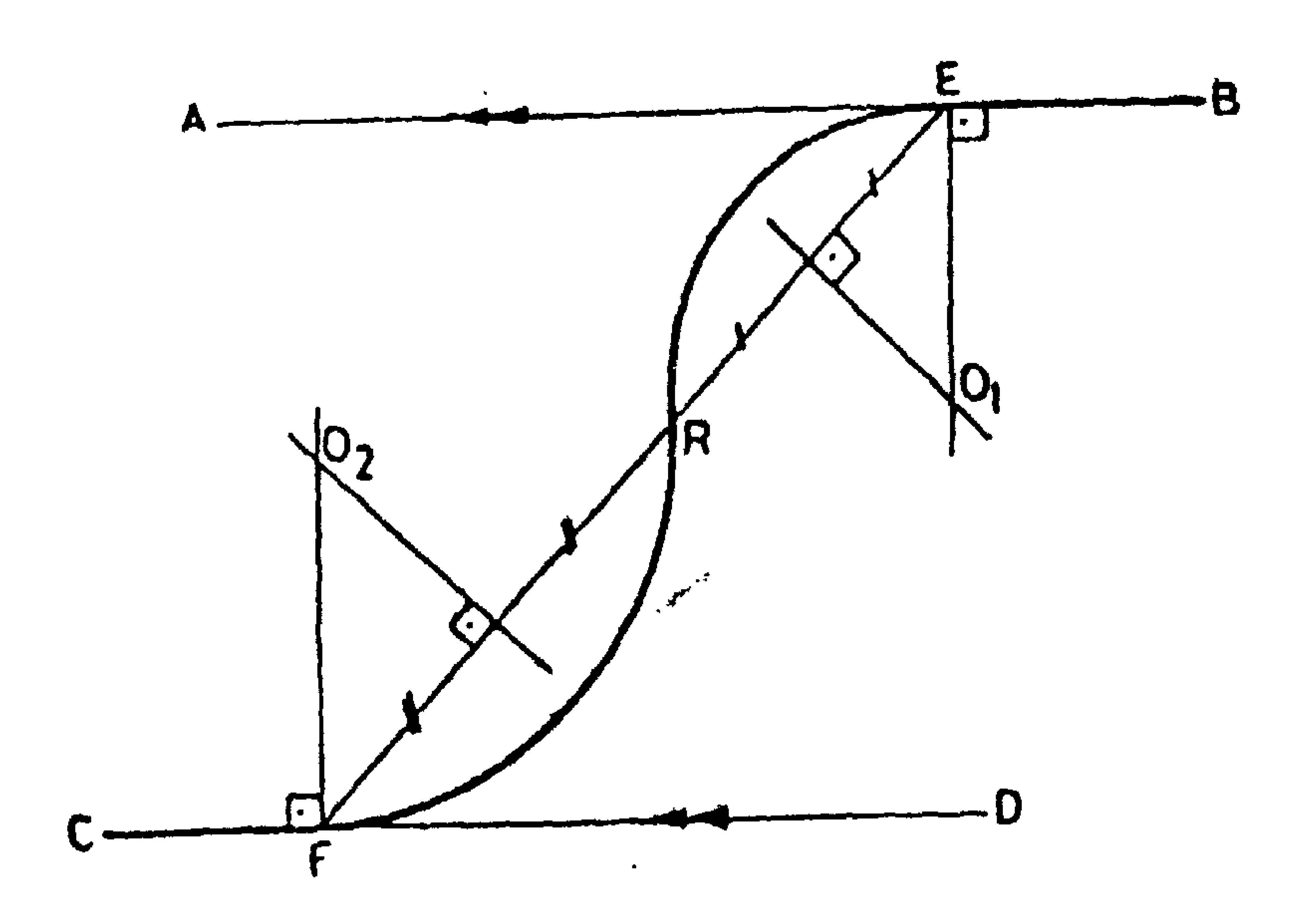
العمل: حيث أن طولى المماسين المرسومين من نقطة إلى قوس دائرى متساويين لذلك نأخذ طولاً مساوياً للبعد GR على المستقيم AB نحصل على النقطة H. ثم نقيم عمودين من النقطتين H ,R يتقاطعا فى O_1. بنفس الطريقة يمكن الحصول على المركز O2. ويجب ملاحظة أن الخط الواصل بين المركزين O_1 , O_2 لابد أن يمر بنقطة الانعكاس R.



شكل(2-23)

الحالة الثانية:

إذا كان المماسين CD,AB متوازين كما هو موضح (شكل2-24) وبمعلومية إحدى نقطتى التماس E أو F ونقطة الانعكاس R. ففى حالة المستقيمين المتوازيين فإن توصيل احدى نقطتى التماس بنقطة الانعكاس ومد هذا الخط على استقامته يعطى نقطة التماس الأخرى ويصبح كل من ER , FR وترين للأقواس المطلوبة. ومن ذلك فإن إقامة العمود من منتصف الوتر وتقاطعه مع العمود المقام من نقطة التماس يعطى مركز القوس المطلوب ومن ثم يمكن رسم المنحنى المعكوس.



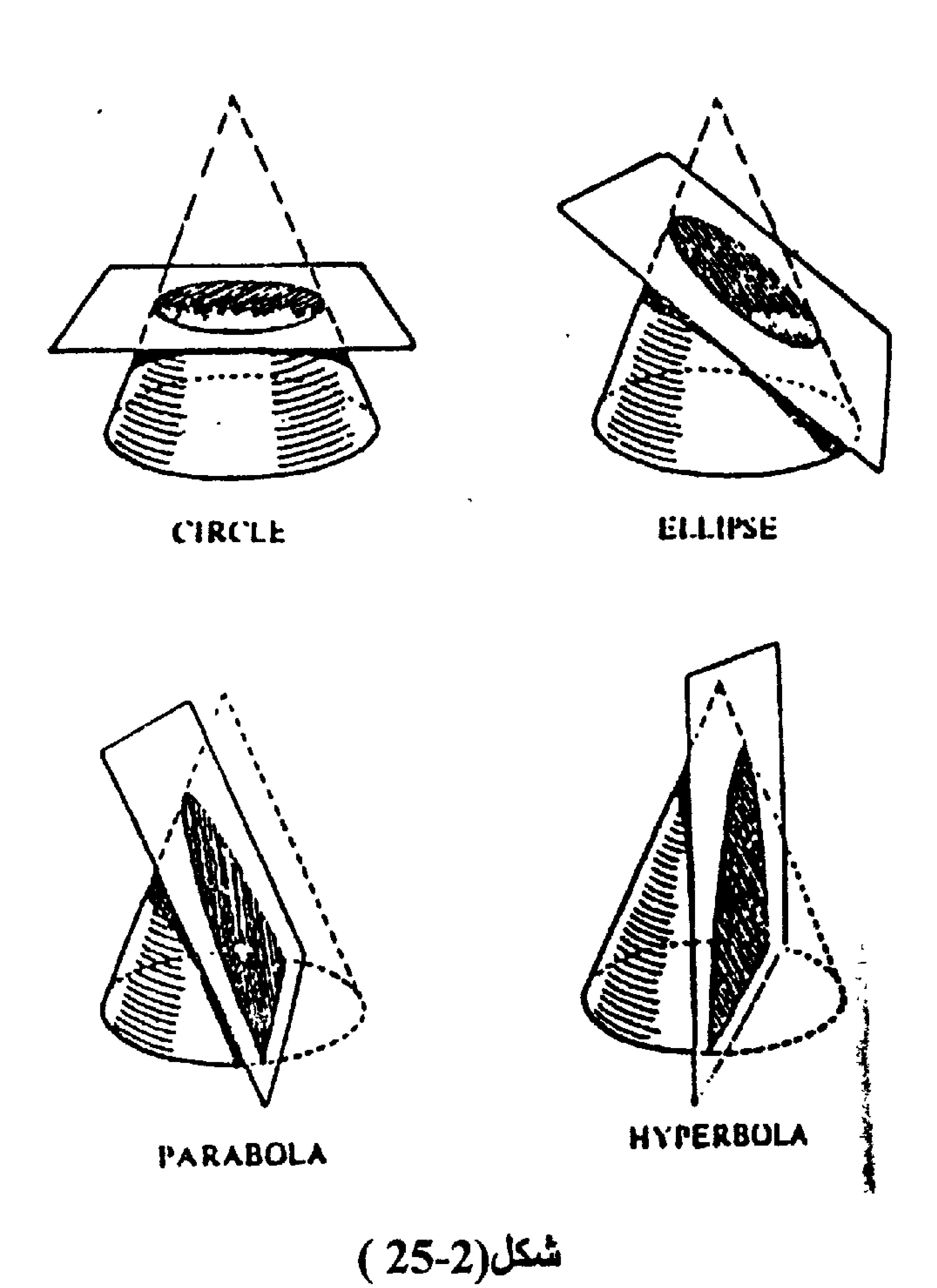
شكل(2-24)

الخطوط المحنية Curves

1- القطاعات المخروطية Conic Sections

القطاعات المخروطية هى المنحنيات الناشئة عن تقاطع مستوى مع سطح مخروط دائرى قائم وتتغير أنواع هذه القطاعات حسب تغير زاوية ميل المستوى القاطع على محور المخروط أو قاعدته. فإذا كانت الزاوية بين مستوى القاطع والمحور أكبر من نصف زاوية المخروط كان المنحنى الناتج قطعاً ناقصاً وهو منحنى مقفل أما إذا كانت هذه الزاوية مساوية لنصف زاوية الرأس فإن المنحنى الناتج هو قطع مكافئ وهو منحنى مفتوح أى أن أحد رأسيه نقطة فى ما لانهاية وإذا كانت الزاوية بين مستوى القاطع والمحور أقل من نصف زاوية المخروط كان المنحنى الناتج قطعاً زائداً وهو منحنى ذو فرعين وله نقطة فى ما لانهاية ومماساته عند هذه النقط هما خطين يسميان الخطين التقاربيين. وهناك حالات خاصة فإذا كان المستوى القاطع عمودياً على المحور كان المنحنى الناتج دائرة وإذا كان ماراً بالرأس فإن ما ينتج هو رأسين فى المخروط أى مستقيمين متقاطعين عند الرأس.

ويلاحظ أن لكل من القطاعات المخروطية خواص رياضية وهندسية تتلخص بعضها كما يلى:



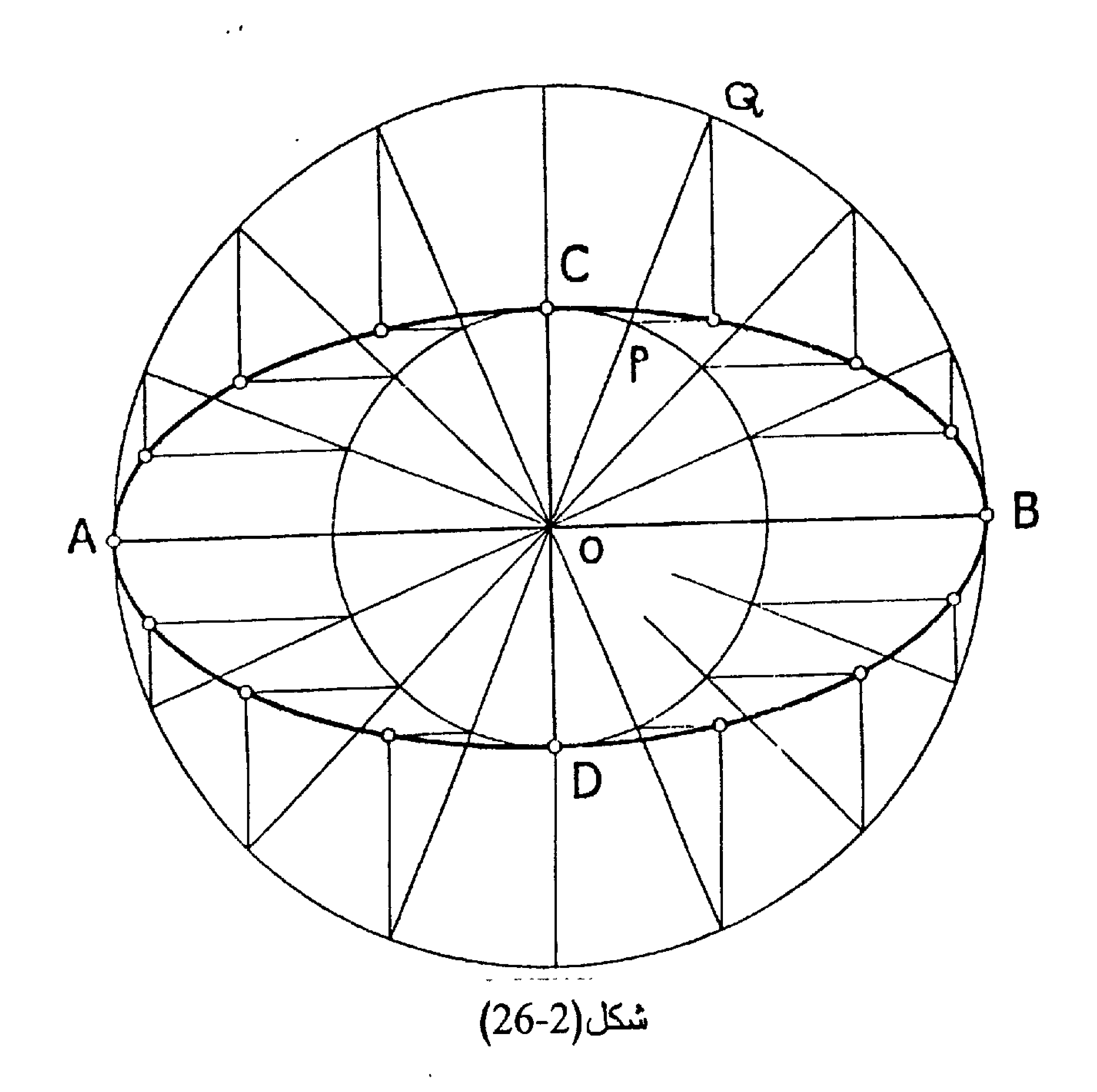
شكل(2-25)

1- القطع الناقص Ellipse

هو المحل الهندسى لنقطة تتحرك بحيث يكون مجموع بعديها عن نقطتين ثابتين (هما بؤرتى القطع) هو مقدار ثابت ويساوى طول المحور الأكبر للقطع. ومحورا القطع هما أكبر وأصغر قطرين فيه وهما قطران متعامدان. والقطران المترافقين فى القطع هما قطران أحدهما يوازى المماسين للقطع عند نهايتى القطر الآخر، وينصف جميع الأوتار الموازية لهذين المماسين. وفيما يلى بعض طـرق رسم القطع الناقص:

- طريقة رسم القطع الناقص بمعلومية المحورين بطريقة الدوائر:

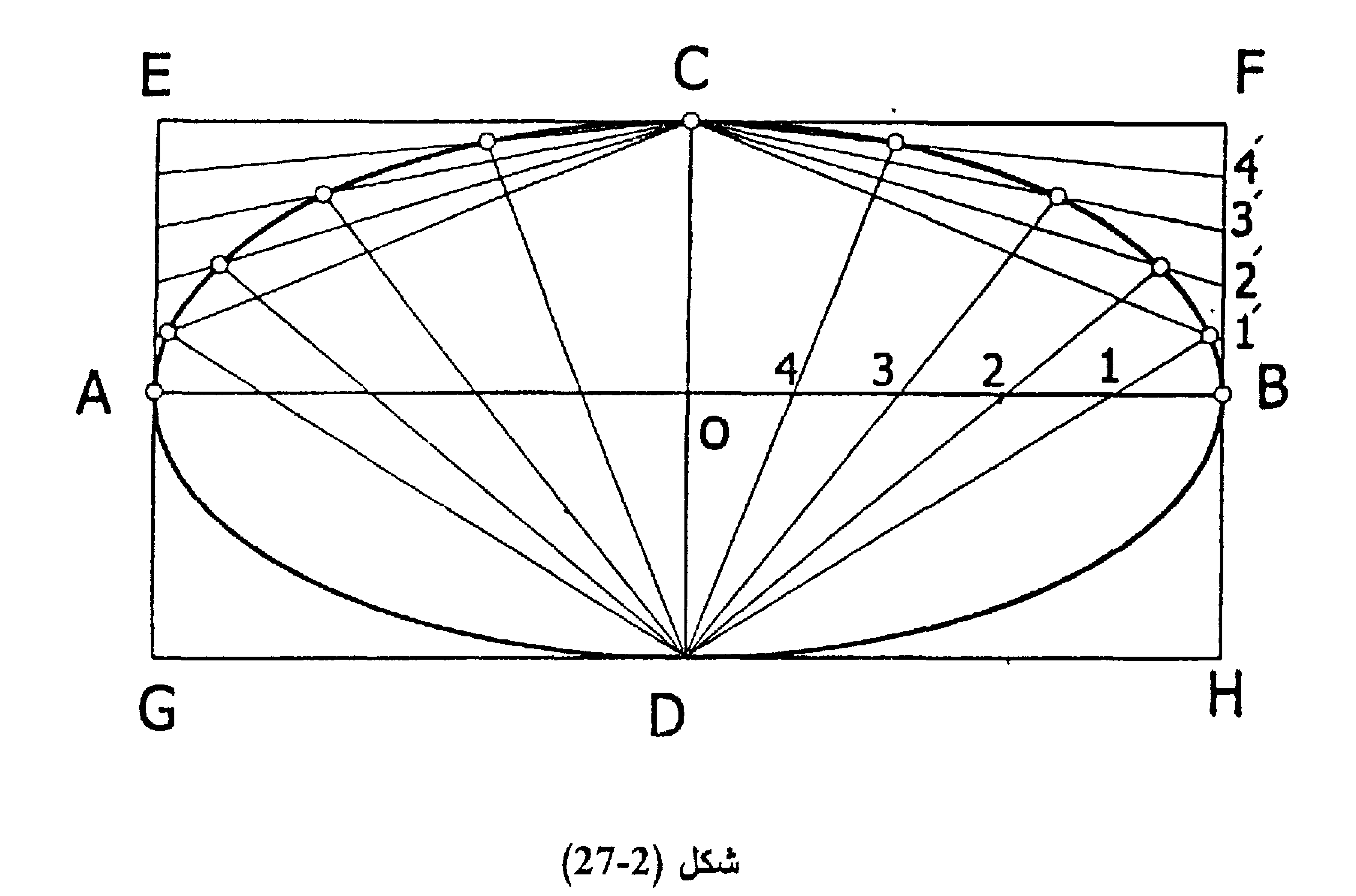
يوضح شكل(2-26) هذه الطريقة وفيها ترسم دائرتين إحداهما على المحور الأكبر كقطر وتسمى الدائرة الكبرى والثانية على المحور الأصغر وتسمى الدائرة الصغرى. ثم أسـم عـدة مسـتقيمات متفرعة من المركز O (وذلك بتقسيم الزاوية المركزية إلى عدد من الأجزاء متسـاوية) أى مسـتقيم منها يقطع الدائرة الصغرى فى نقط مثل P والعظمى مثل Q ومن P نرسم موازياً للمحـور الأكبـر ومن Q نرسم موازياً للمحور الأصغر فيتقابلا فى نقطة غلى محيط القطع. نكرر العمل السابق لكـل النقاط ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.



شكل(2-26)

- طريقة رسم القطع الناقص بمعلومية المحورين بطريقة الأشعة:

وتعرف هذه الطريقة بطريقة المستطيل حيث يحيط القطع الناقص بمستطيل كما يوضح شكل (27-2) ثم نقسم BF , BO إلى عدد متساوى من الأقسام وترقم الاتجاهات. وباعتبار D,C مصدرين للأشعة نصل الأشعة ذات الرقم المتساوى فيتقاطع كل زوج منها فى نقطة من نقط القطع الناقص. نكرر العمل السابق لكل ربع من القطع الناقص ويمكن الاستفادة من تماثل القطع الناقص ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.



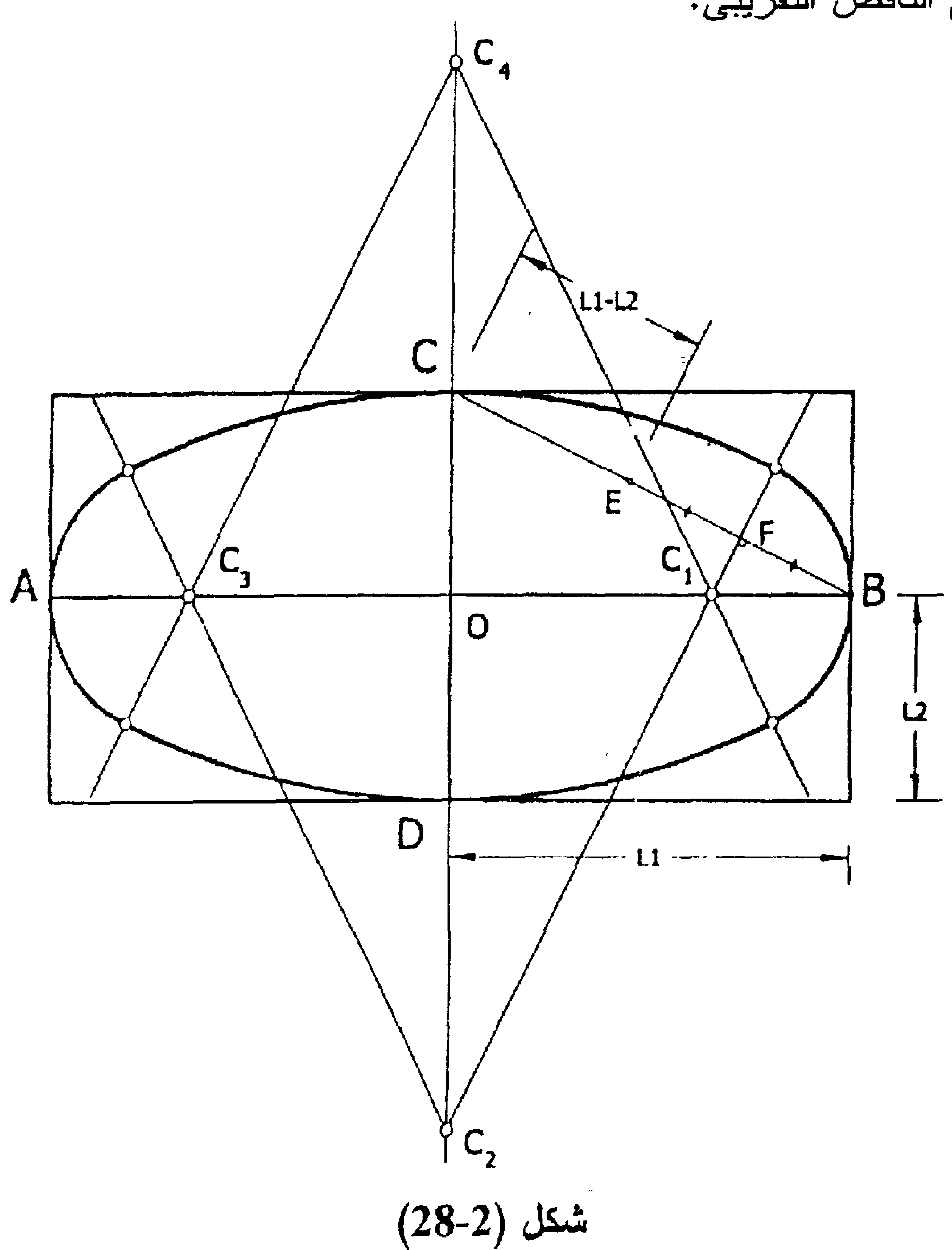
شكل (27-2)

- الطريقة التقريبية لرسم القطع الناقص:

ليس المنحنى الناتج هو قطعاً ناقصاً إنما هو أقرب منحنى له يكون رسمه باستخدام الفرجار وذلك بتعين الأربع مراكز C_1 , C_2 , C_3 , C_4 وهناك طريقتان لتنفيذ رسم القطاع الناقص التقريبى:

الطريقة الأولى (شكل 2-28):

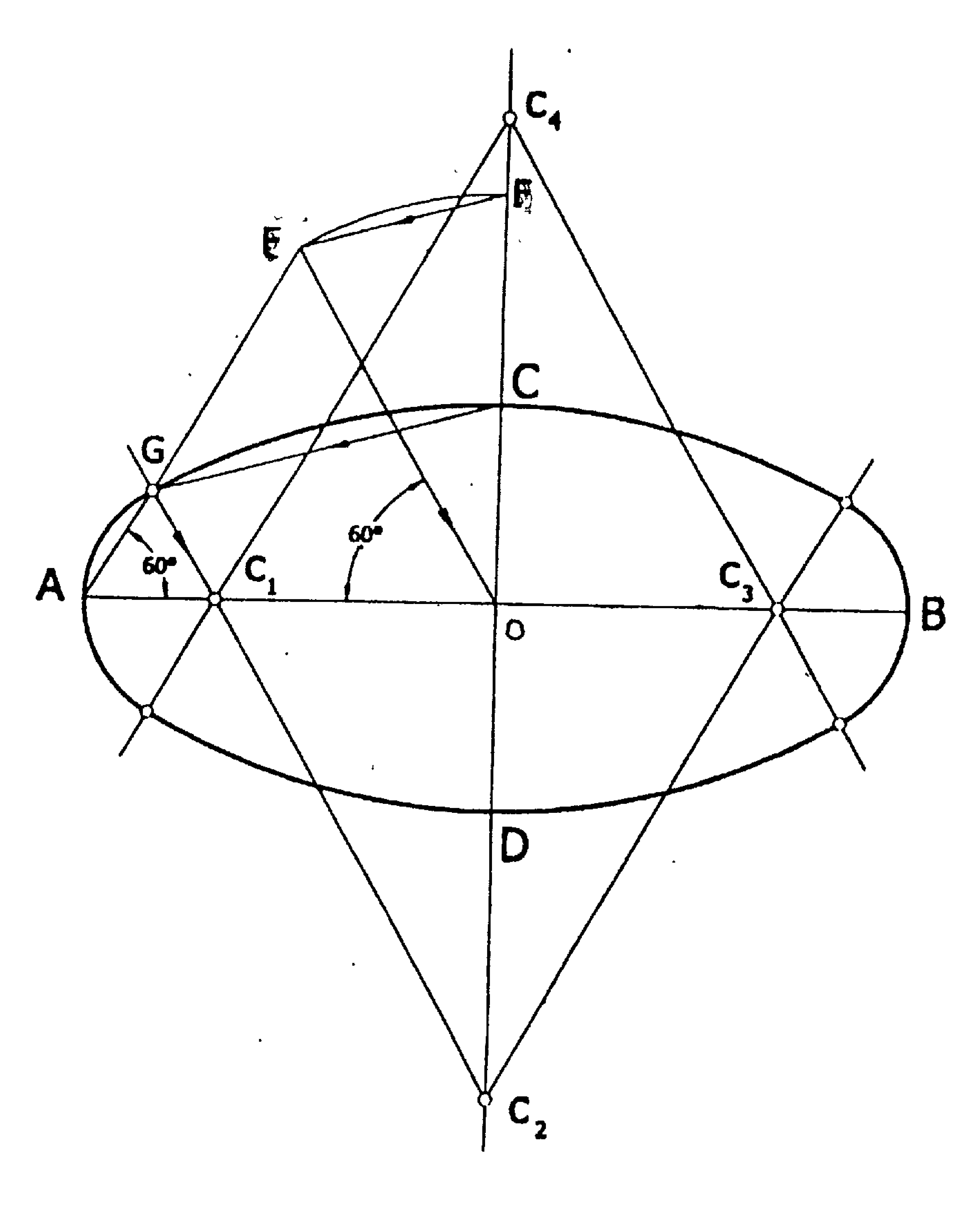
ارسم محورى القطع AB , CD ثم وصل نقطة B بنقطة C. عين النقطة E على الخط CB على بعد من C يساوى نصف طول المحور الأكبر ناقص نصف طول المحور الأصغر أو البعد OA – OC. نصف جزء المستقيم EB لتحصل على النقطة F. من النقطة F أقم المستقيم العمودى على BC فيقطع المحور الأكبر فى المركز الأول C_1 والمحور الأصغر أو فى امتداده فى المركز الثانى C_2. بالمثل يمكن تعيين المركزين C_3 , C_4. من المركز الأول C_1 وبنصف قطر BC_1 ارسم قوساً من دائرة بدايته عند امتداد الخط C_1 , C_2 ونهايته على امتداد الخط C_1 , C_4 من المركز C_2 وبفتحة تساوى C_2C ارسم القوس الثانى بدايته على امتداد الخط C_2C_1 كرر الخطوتين السابقتين تحصل على القطع الناقص التقريبى.



شكل (2-28)

الطريقة الثانية (شكل 2-29):

ارسم محورى القطع AB , CD، على المستقيم AO أقم مثلثاً متساوى الأضلاع تحصل على النقطة E. من النقطة O كمركز وبفتحة تساوى EO ارسم قوساً يقطع امتداد المحور الأصغر CD فى النقطة F، وصل النقطة F بالنقطة E. من النقطة C ارسم موازياً للمستقيم EF يقطع المستقيم AE فى النقطة G. من النقطة G ارسم مستقيماً موازياً للمستقيم EO يقطع المحور الأكبر فى المركز الأول C_1 والمحور الأصغر أو امتداده فى المركز الثانى C_2. بالمثل يمكن إيجاد المركزين C_3 و C_4 . ارسم أقواس الدوائر كما فى الطريقة السابقة تحصل على القطع الناقص التقريبى.



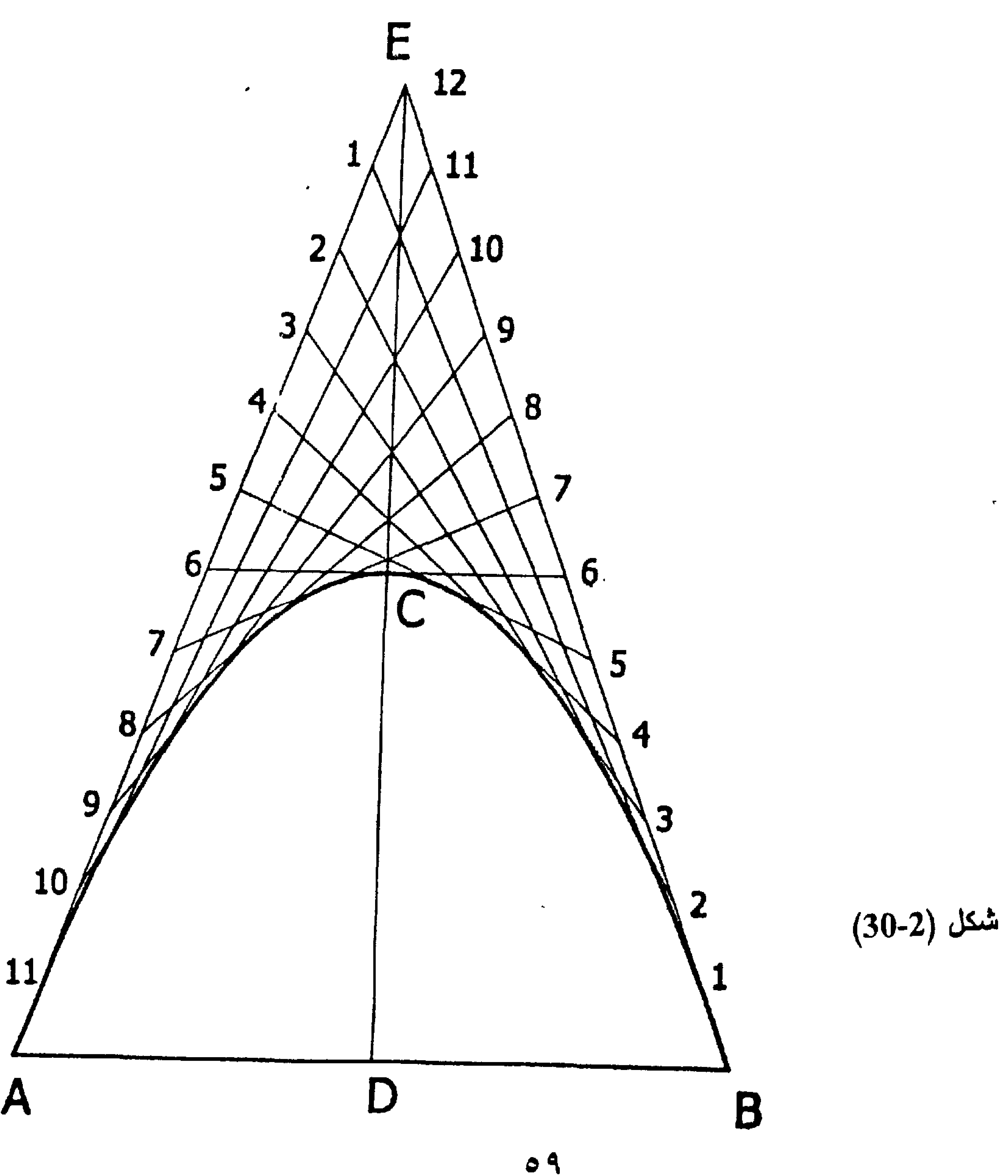
شكل (2-29)

2- القطع المكافئ Parabola

هو المحل الهندسى لنقطة تتحرك بحيث يكون مجموع بعدها عن نقطة ثابتة (البؤرة) مساوية لبعدها عن خط مستقيم ثابت (دليل القطع) ويكون محور القطع على الدليل وعليه يقع رأس القطع وبؤرته. ويمكن رسم القطع المكافئ بطريقين هما:

- طريقة المماسات(شكل 2-30):

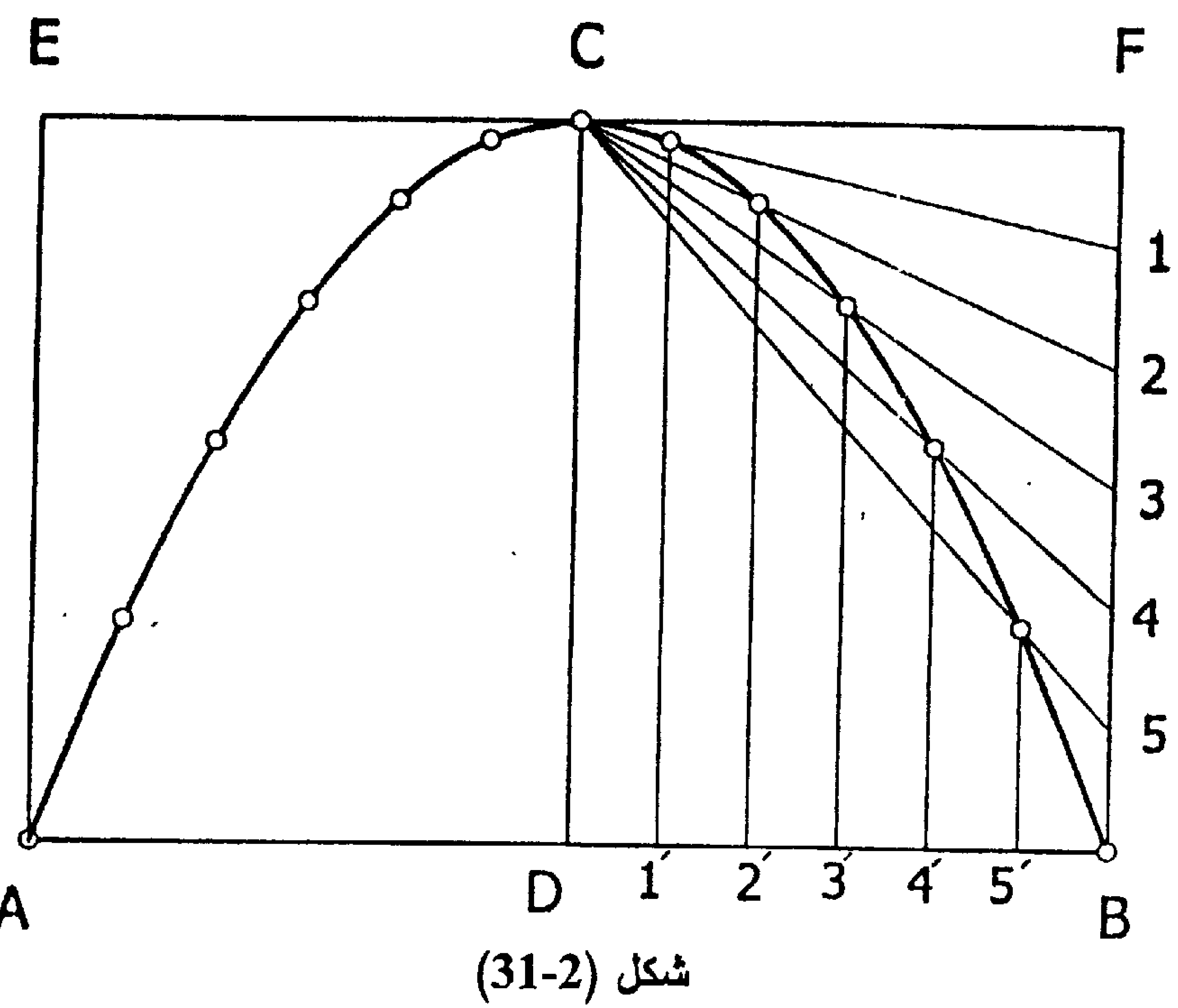
ترسم بمعلومية الوتر AB والمحور أو الارتفاع CD وذلك بمد المستقيم DC إلى نقطة E بحيث تكون DC تساوى CE ثم نصل النقطة E بالنقطتان A , B نقسم EB , EA إلى عدد متساوى من الأقسام ونرقم نقط تقسيمهم فى اتجاه متعاكس ثم نصل الأرقام التى لها نفس الرقم فتنتج مجموعة من المماسات تغلف المنحنى المطلوب منها المماس الأوسط 6 ويمس القطع المكافئ عند الرأس. ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب:



شكل (2-30)

- طريقة الأشعة (شكل 2-31):

ترسم بمعلومية الوتر AB والمحور أو الارتفاع CD ونكمل المستطيل ABFE ونقسم FB إلى عدد من الأقسام المتساوية ونصل نقطة الرأس C بهذه النقطة ونقسم BD إلى نفس العدد السابق من الأقسام المتساوية ونقيم أعمدة رأسية من هذه النقط وتكون نقط تقاطع الخطوط المتناظرة هى نقط القطع المكافئ المطلوب. ثم تستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.

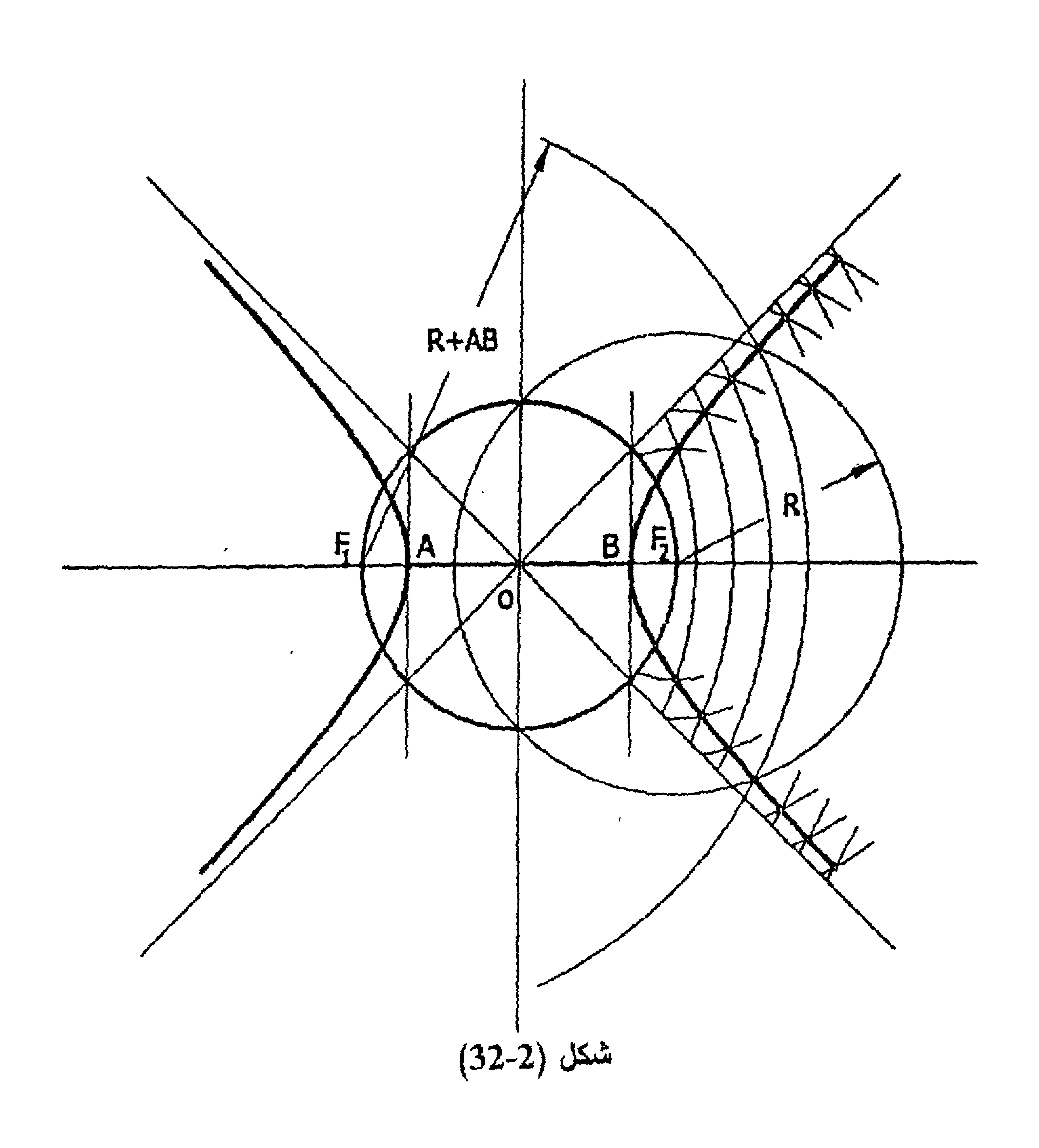


شكل (2-31)

3- القطع الزائد Hyperbola

هو المحل الهندسى لنقطة تتحرك بحيث يكون مجموع فرق بعديها عن نقطتين ثابتتين (البؤرتين) يساوى مقدار ثابت.

وتتمثل طريقة رسم القطع الزائد(شكل 2-32)إذا علم اتجاهى المحورين والرأسين A, B والبؤرتين F_1 , F_2 فإنه يستفاد من خاصية القطع الزائد بأن الفرق بين بعدى أى نقطة عليه عن البؤرتين يساوى الطول AB فإننا نركز فى البؤرة F_1 ونرسم قوساً بأى فتحة R ثم نركز فى F_2 وبفتحة تساوى R-AB نقطع القوس الأول فى نقطة على محيط القطع ونكرر العمل لتعيين نقط أخرى. ويلاحظ أنه إذا علم الخطين التقاربيين وهما المماسين للقطع عند نقطة اللانهاية فإنه يمكن تعين البؤرتين والعكس صحيح.

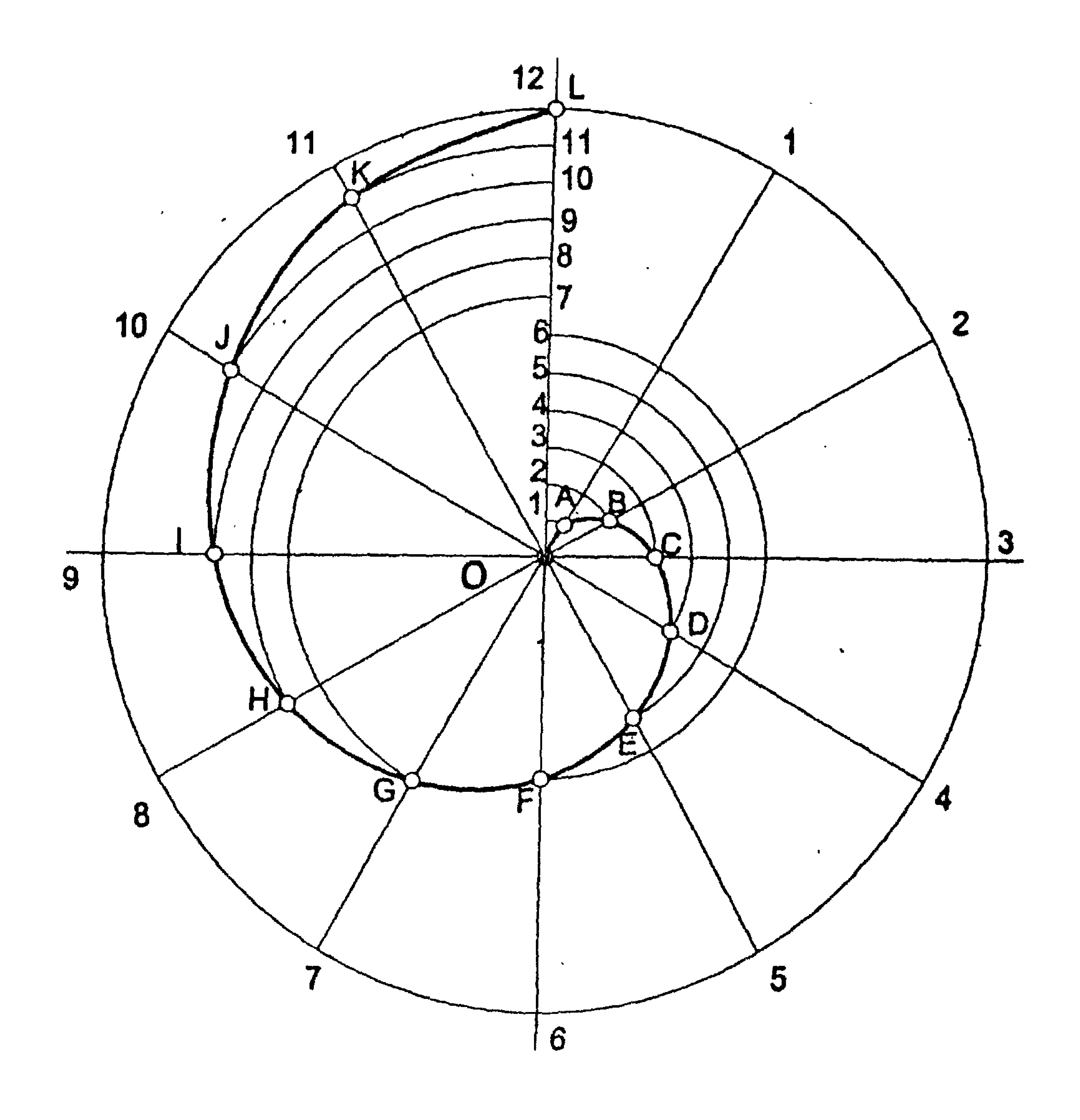


شكل (32-2)

بعض المنحنيات الخاصة Special Curves

- حلزونية أرشميدس Archimedes Spiral

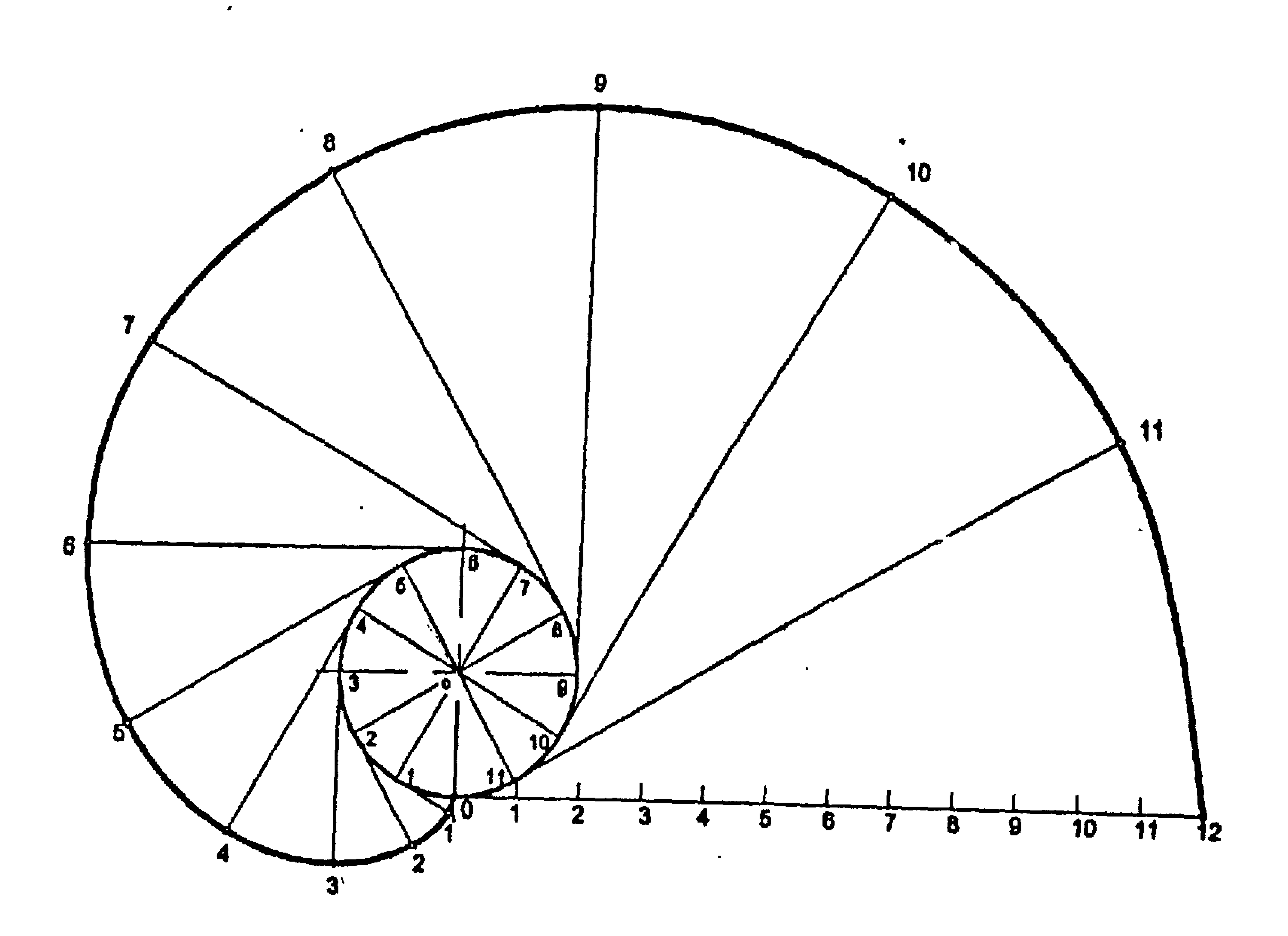
يوضح شكل (2-33) دورة واحدة من هذا المنحنى بمعلومية الدائرة التى نصف قطرها R. ويتم رسم حلزونية الارشميدس فيقسم نصف القطر إلى عدد من الأقسام المتساوية وليكن 12 قسـماً كما يقسم محيط الدائرة إلى نفس العدد من الأقسام وتتلاقى أنصاف الأقطار الواصلة إلى نقط التقسيم على المحيط مع الدائرة المارة بنقط التقسيم الأولى فى نقط تكون واقعة علـى الشـكل المطلـوب. ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.



شكل (2-33) : حلزونية أرشميدس Archimedes Spiral

- المنحنى الآنفليوتى للدائرة **Involute of a Circle**

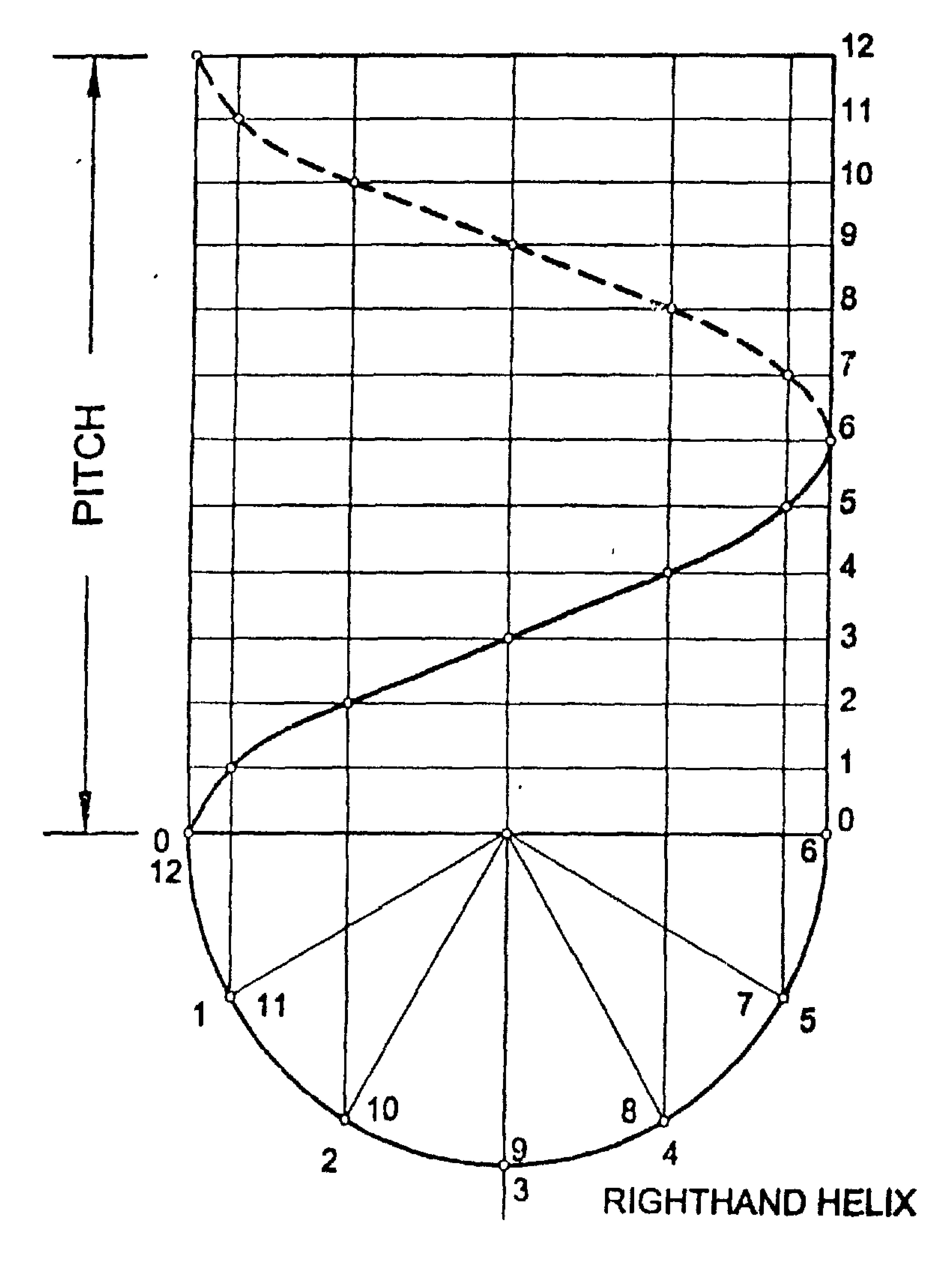
هذا المنحنى هو إنفراد لمحيط دائرة وللحصول على هذا المنحنى نرسم الـدائرة بمعلوميـة نصف قطرها ثم نقسم محيط الدائرة إلى 12 جزء متساوى ثم نرسم مماسات للدائرة عند نقط التقسيم المختلفة ويكون طول المماس الأخير هو طول محيط الدائرة أى $2\pi r$ ويقسم المماس الأخير بـنفس عدد تقسيم الدائرة ونأخذ أطوال المماسات من نقط التقسيم ونصل نهايـات هـذه المماسـات فينـتج المطلوب كما يوضح شكل (2-34).



شكل (2-34): المنحنى الآنفليوتى للدائرة **Involute of a Circle**

- المنحنى البريمى Helix

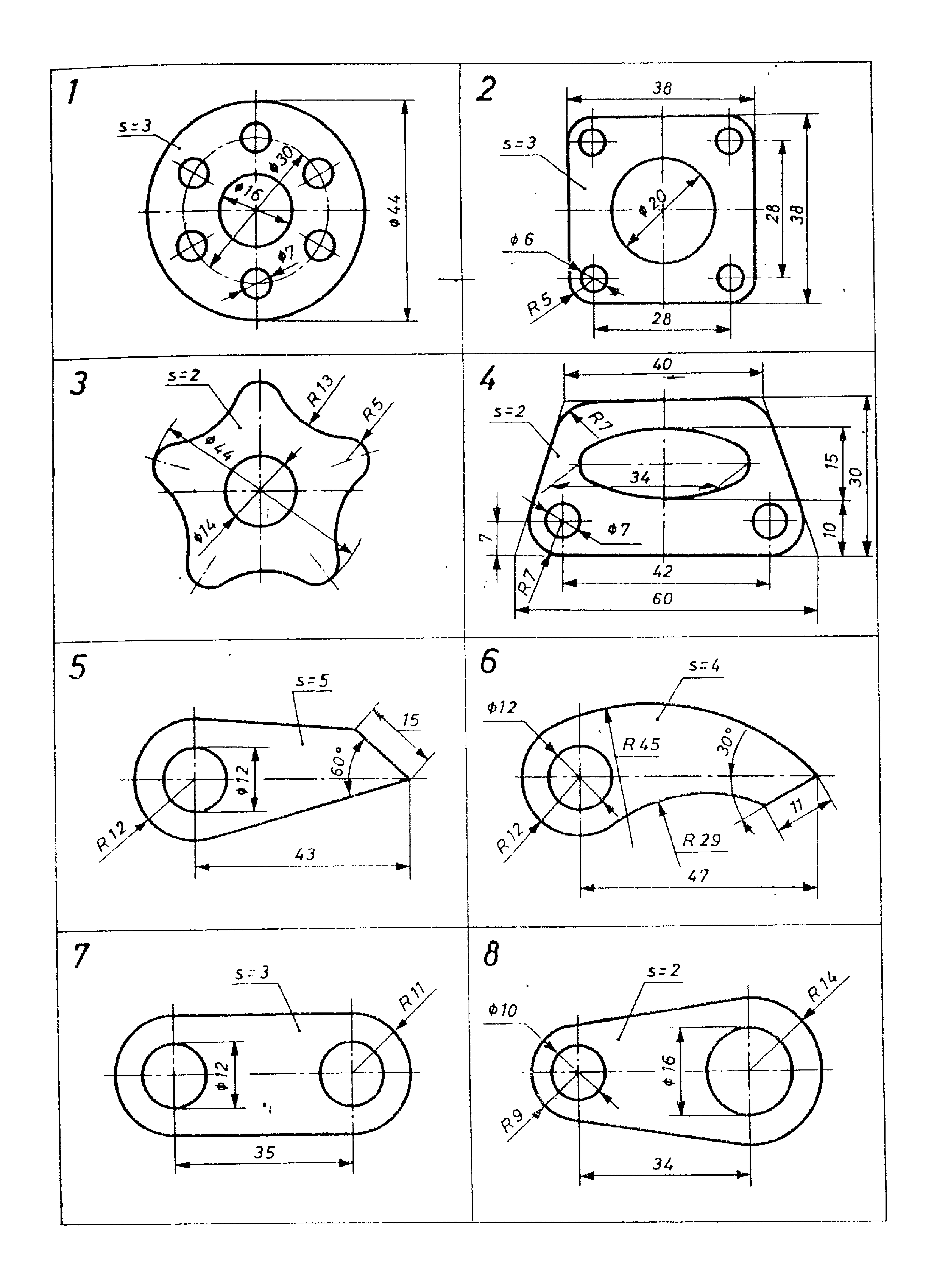
ينشأ المنحنى البريمى من دوران نقطة حول محور مع إنتقالها فى اتجاه هذا المحور بمسافات تتناسب مع زوايا الدوران المختلفة أى أنها حركة ددورانية وانتقالية فى نفس الوقت. والمنحنى بهذا يكون مرسوماً على سطح إسطوانة نصف قطرها بعد النقطة عن المحور ومسقطه الأفقى هو دائـــرة والذى يعنينا هو مسقطه الرأسى ويتحدد كما هو مبين بشكل (2-35) بمعلومية نصف القطر والخطوة وهى المسافة التى تنقلها النقطة فى اتجاه المحور عندما تدور حولـــه دورة كاملـــة أى 360 درجـــة ويرسم المنحنى بتقسيم الخطوة ومحيط الدائرة إلى نفس العدد من الأقسام وإسقاط نقط التقسيم الخطوة ومحيط الدائرة الى نفس العدد من الاقسام وإسقاط نقط التقسيم من الدائرة إلى الخطوط الأفقية المارة بنقط تقسيم الخطوة فى المسقط الرأسى.

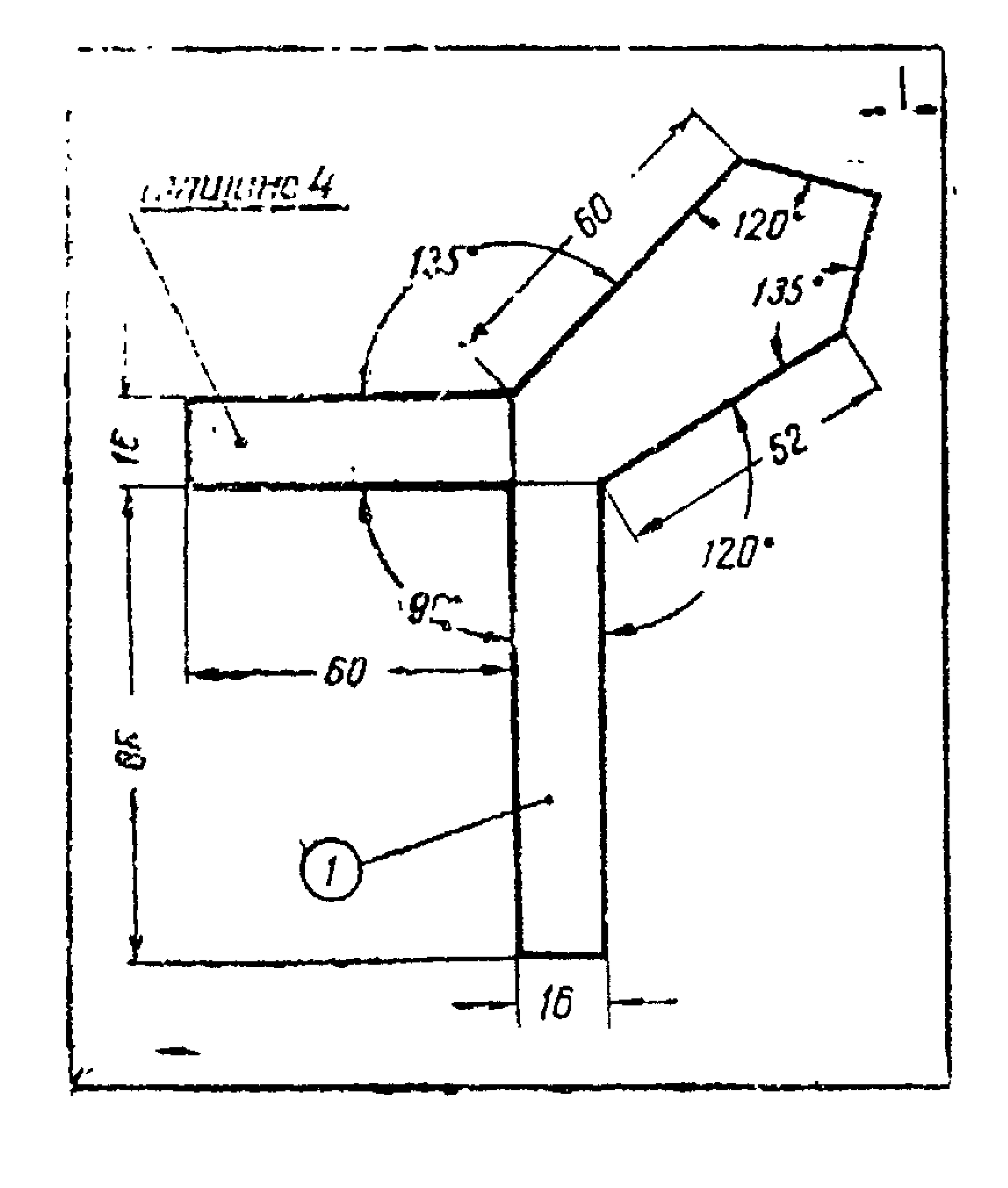


شكل (2-35): المنحنى البريمى Helix

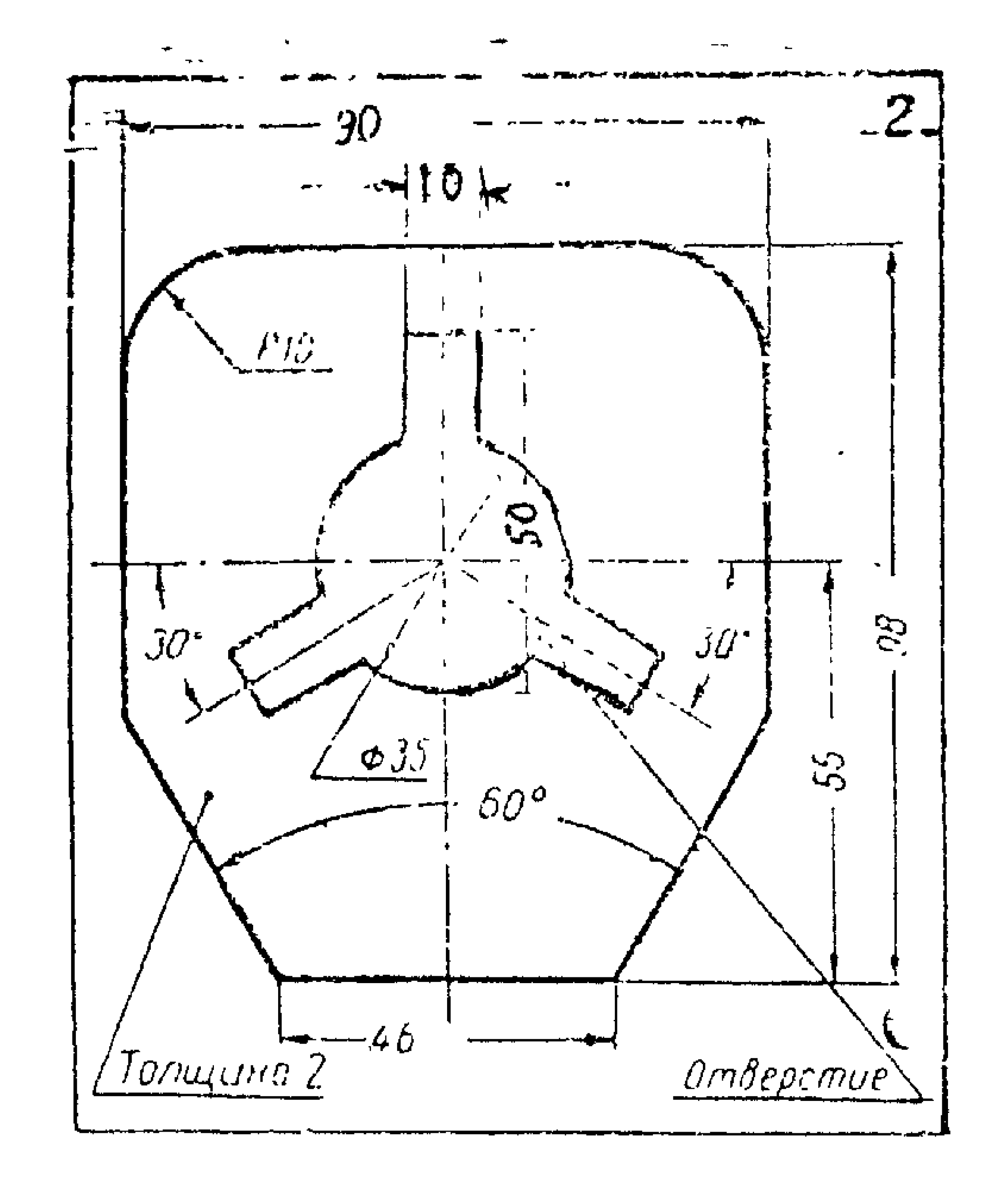
تمارين على الباب الثانى

بمقياس منسب ارسم الأشكال الآتية

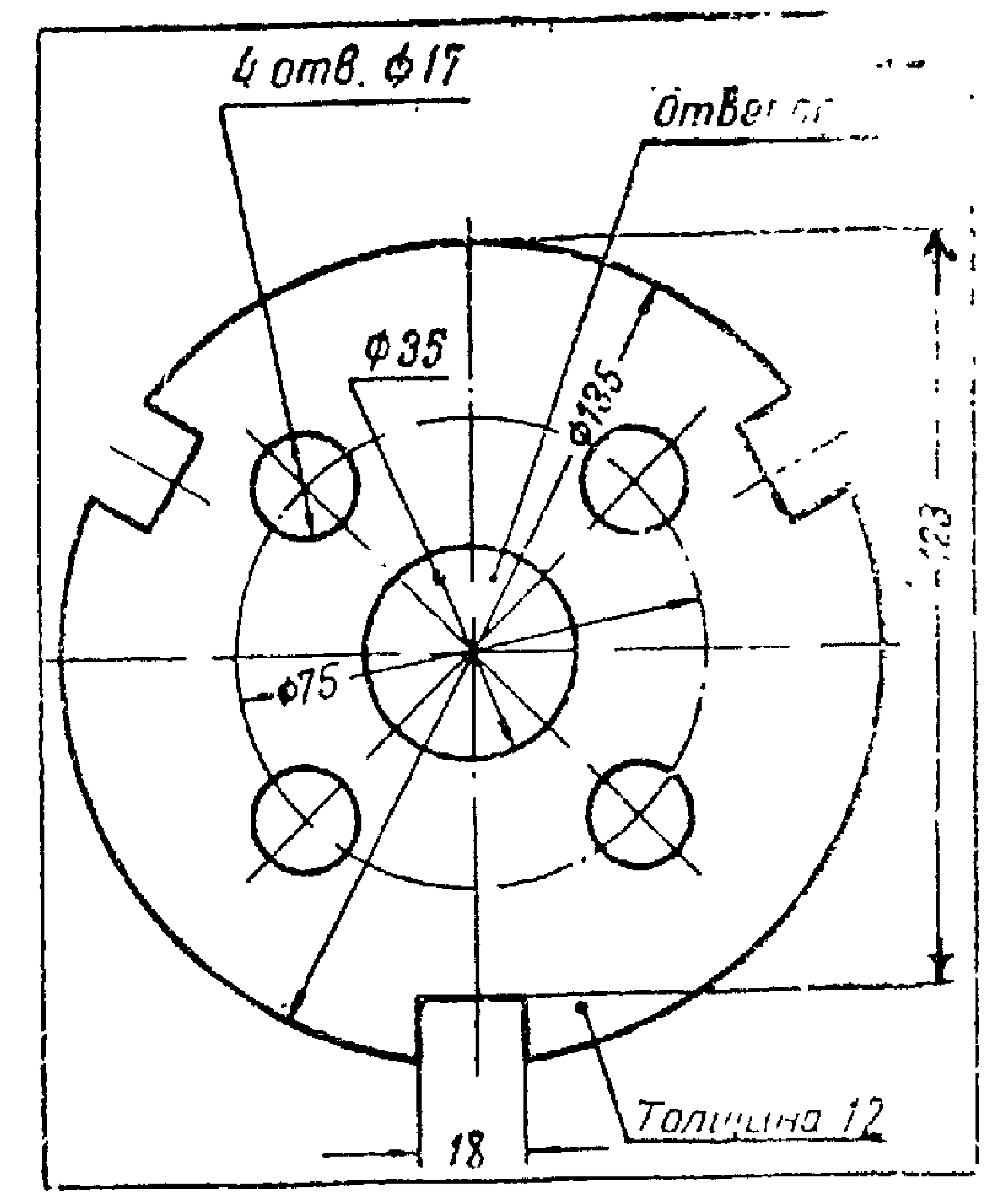

1
s=3
ϕ30
ϕ16
ϕ7
ϕ44
2
38
s=3
ϕ20
28
38
ϕ6
R5
28
3
s=2
R13
R5
ϕ44
ϕ14
4
40
s=2
R7
34
15
30
ϕ7
7
10
R7
42
60
5
s=5
15
60°
ϕ12
R12
43
6
s=4
ϕ12
R45
30°
R12
R29
11
47
7
s=3
R11
ϕ12
35
8
s=2
ϕ10
R14
ϕ16
R9
34



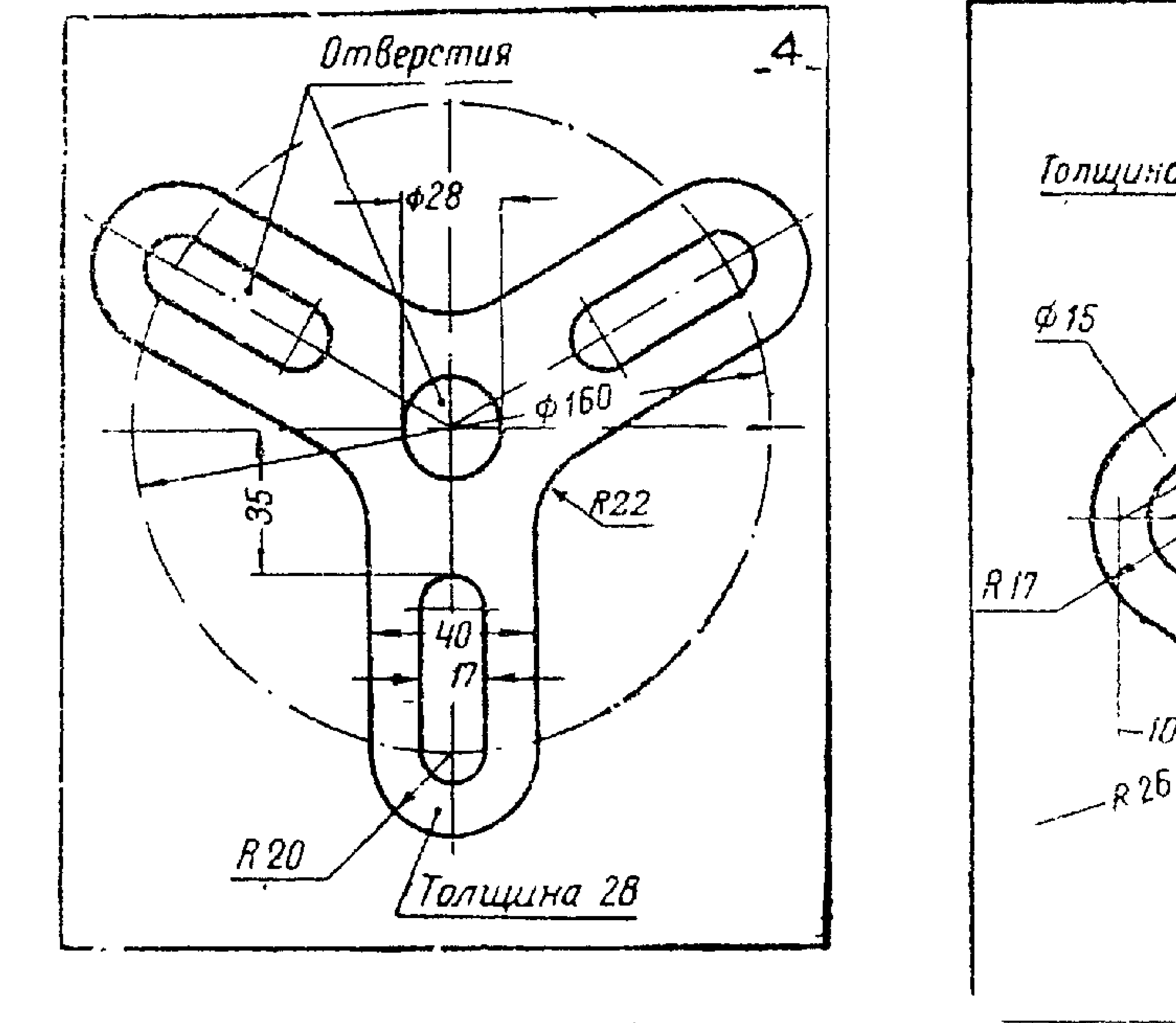
1
135°
60
120°
135°
52
120°
90°
60
16
1



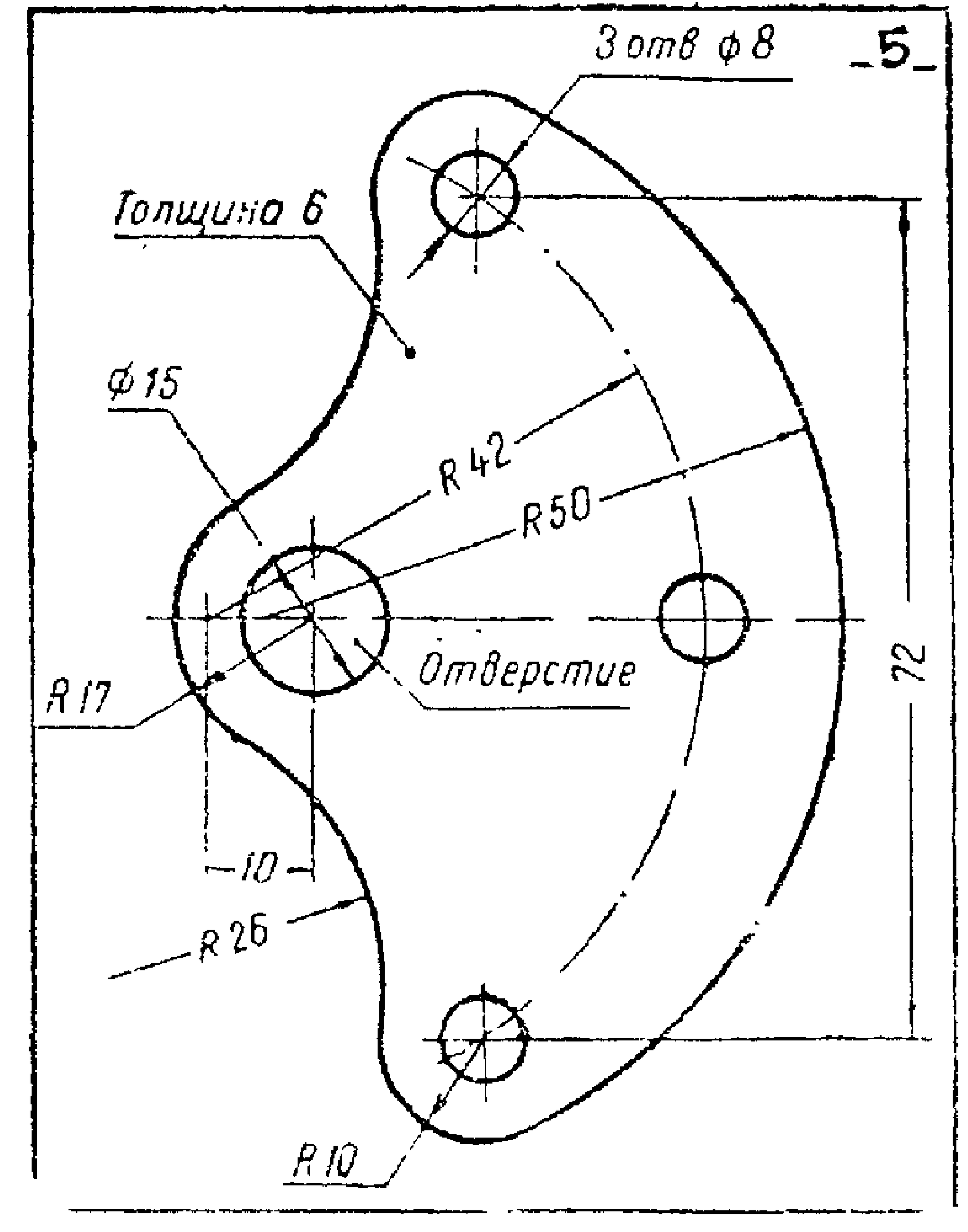
2
90
10
R10
50
30°
30°
ф35
60°
55
46
Толщина 2
Отверстие



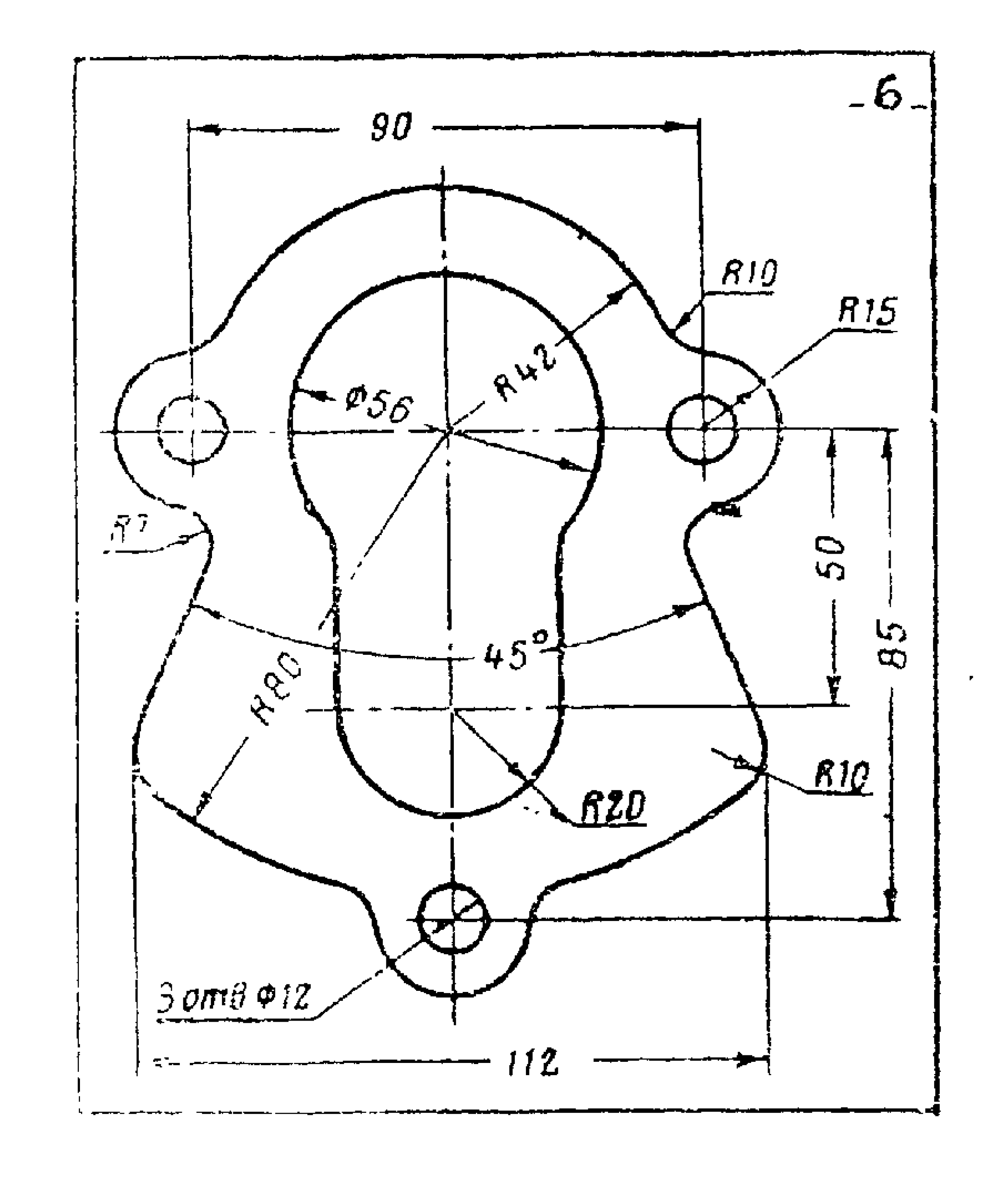
4 отв. ф17
ф35
ф135
ф75
123
18
Толщина 12



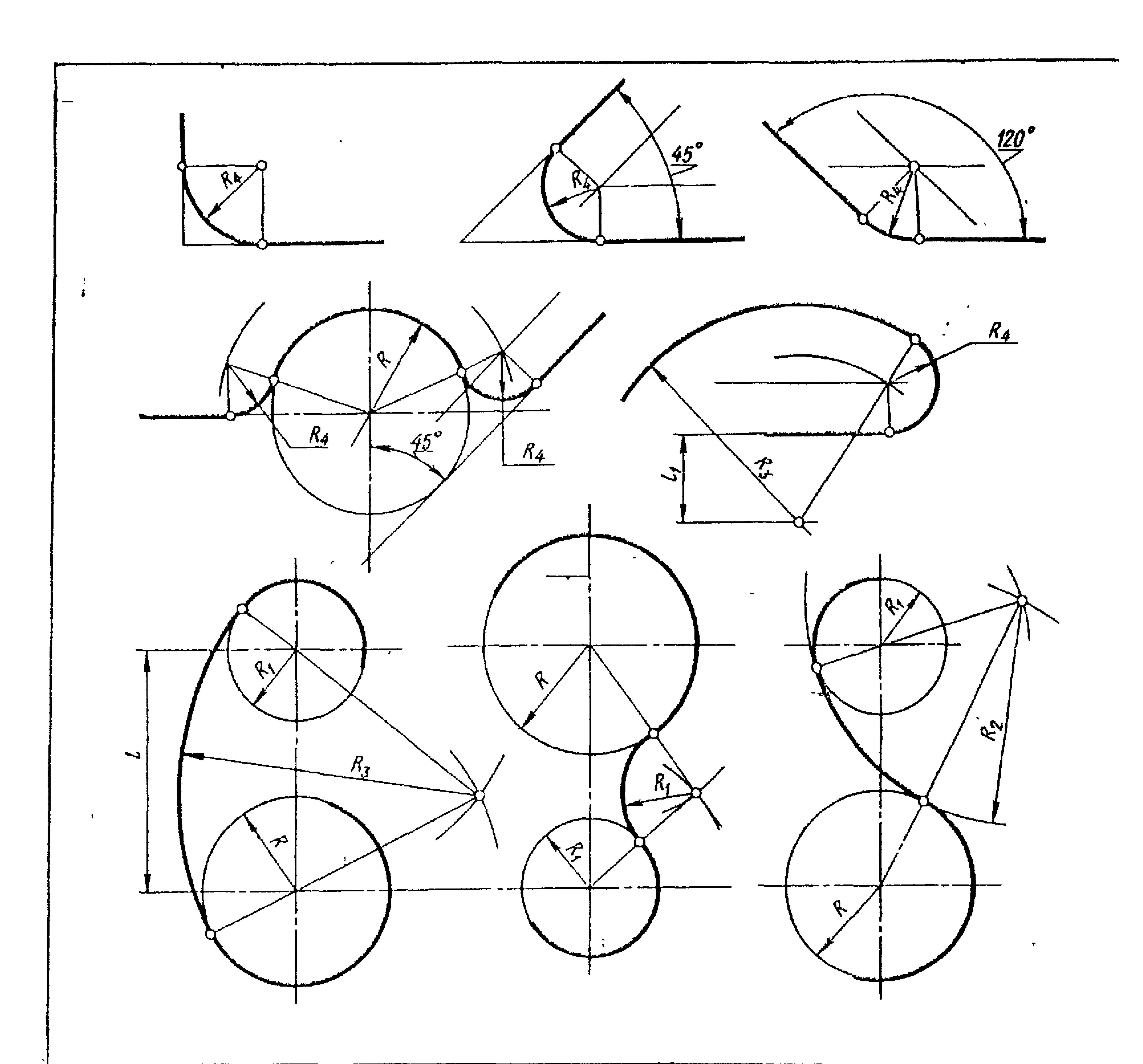
Отверстия
4
ф28
ф160
R22
35
40
17
R 20
Толщина 28



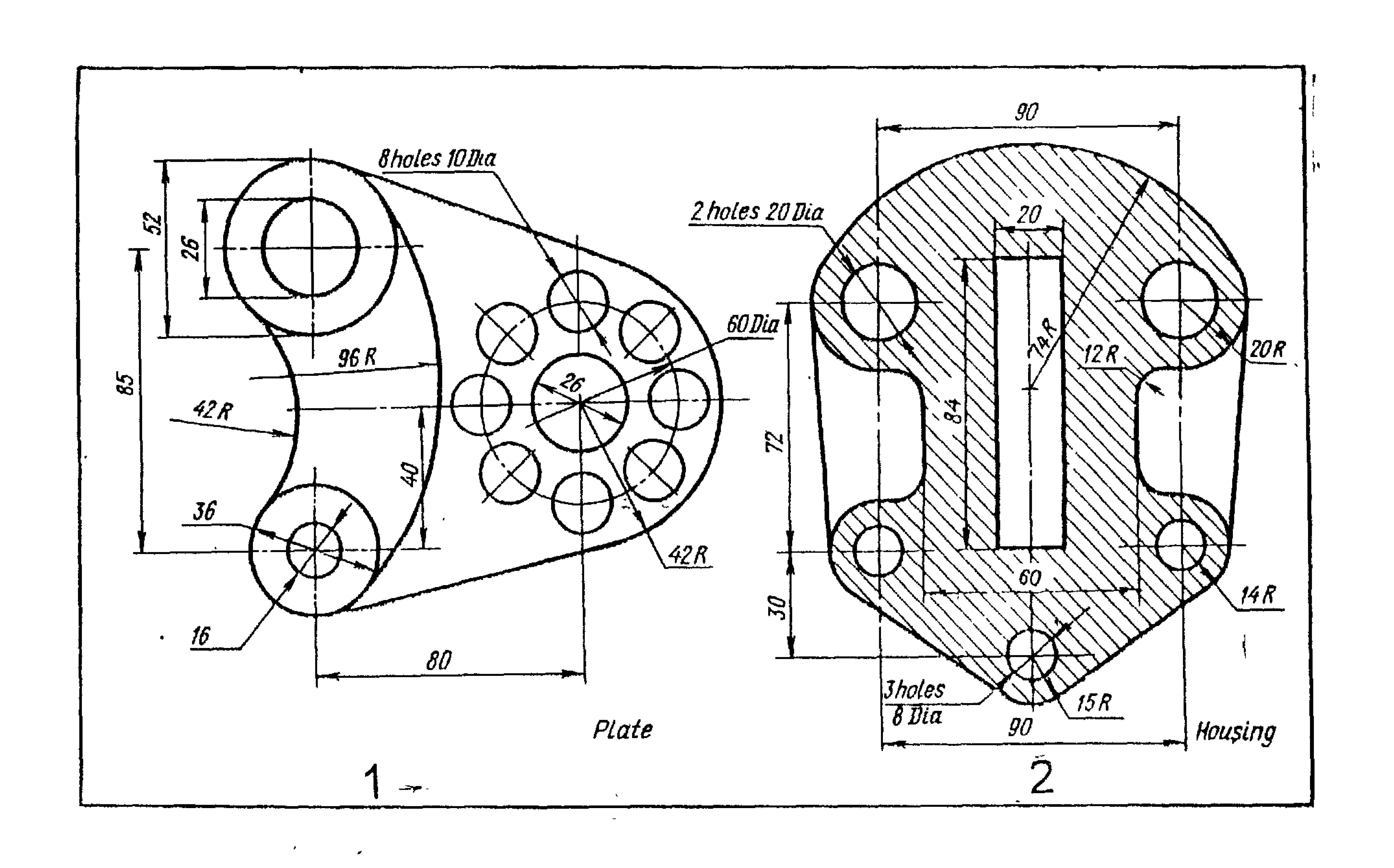
3 отв ф 8
5
Толщина 6
ф 15
R 42
R50
Отверстие
R 17
10
R 26
72
R 10

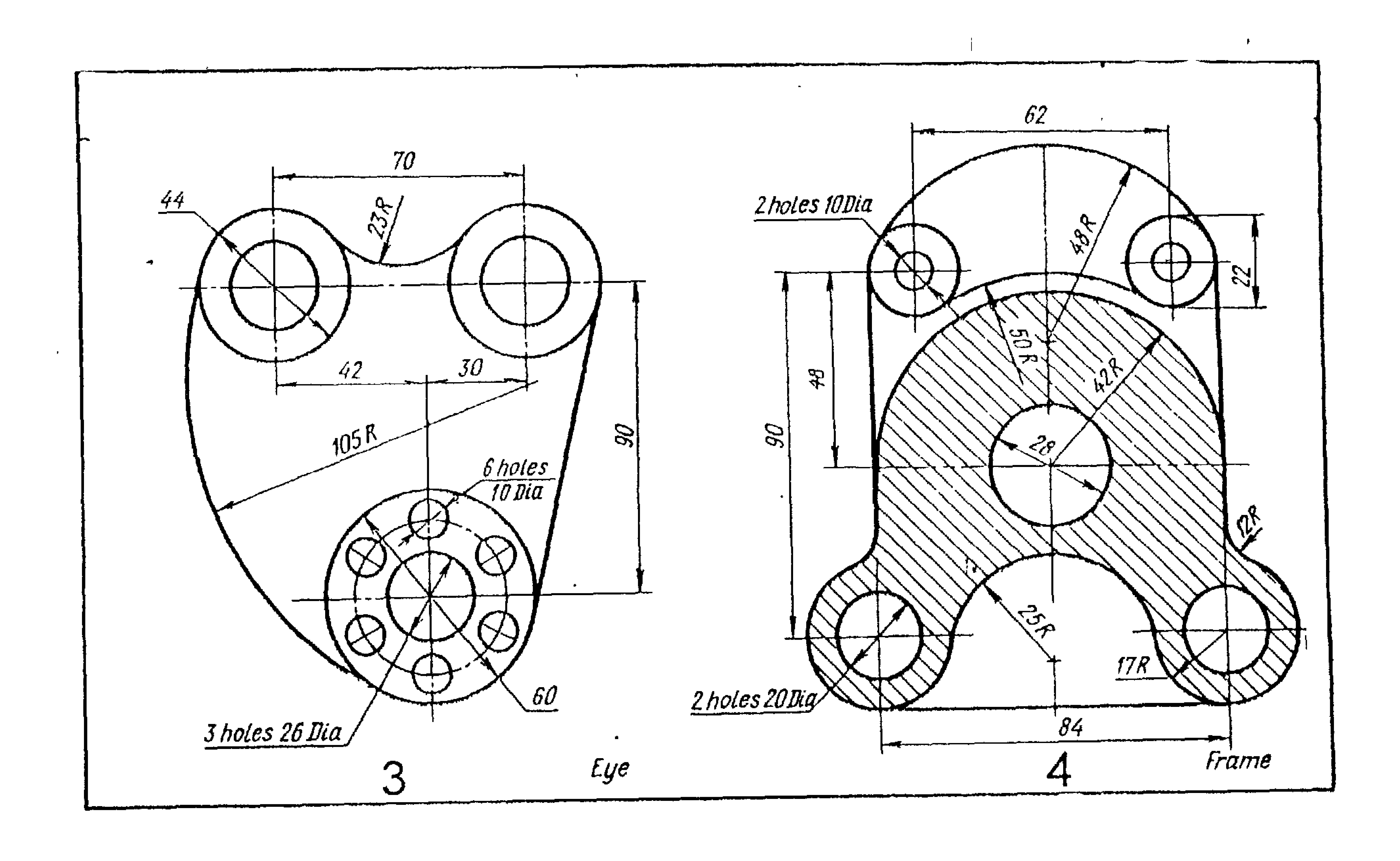


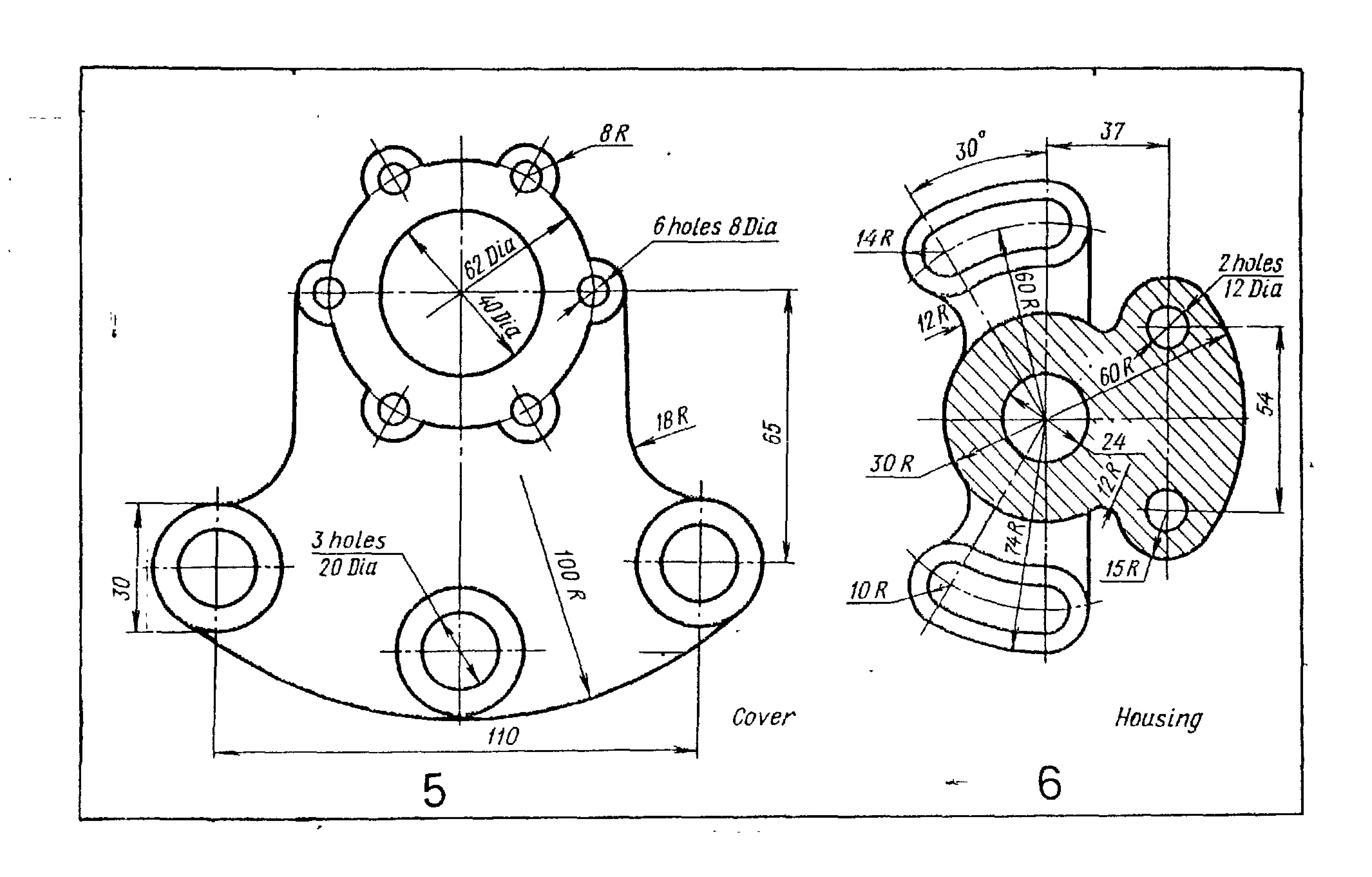
6
90
R10
R15
ф56
R42
50
45°
85
R20
R10
3 отв ф12
112

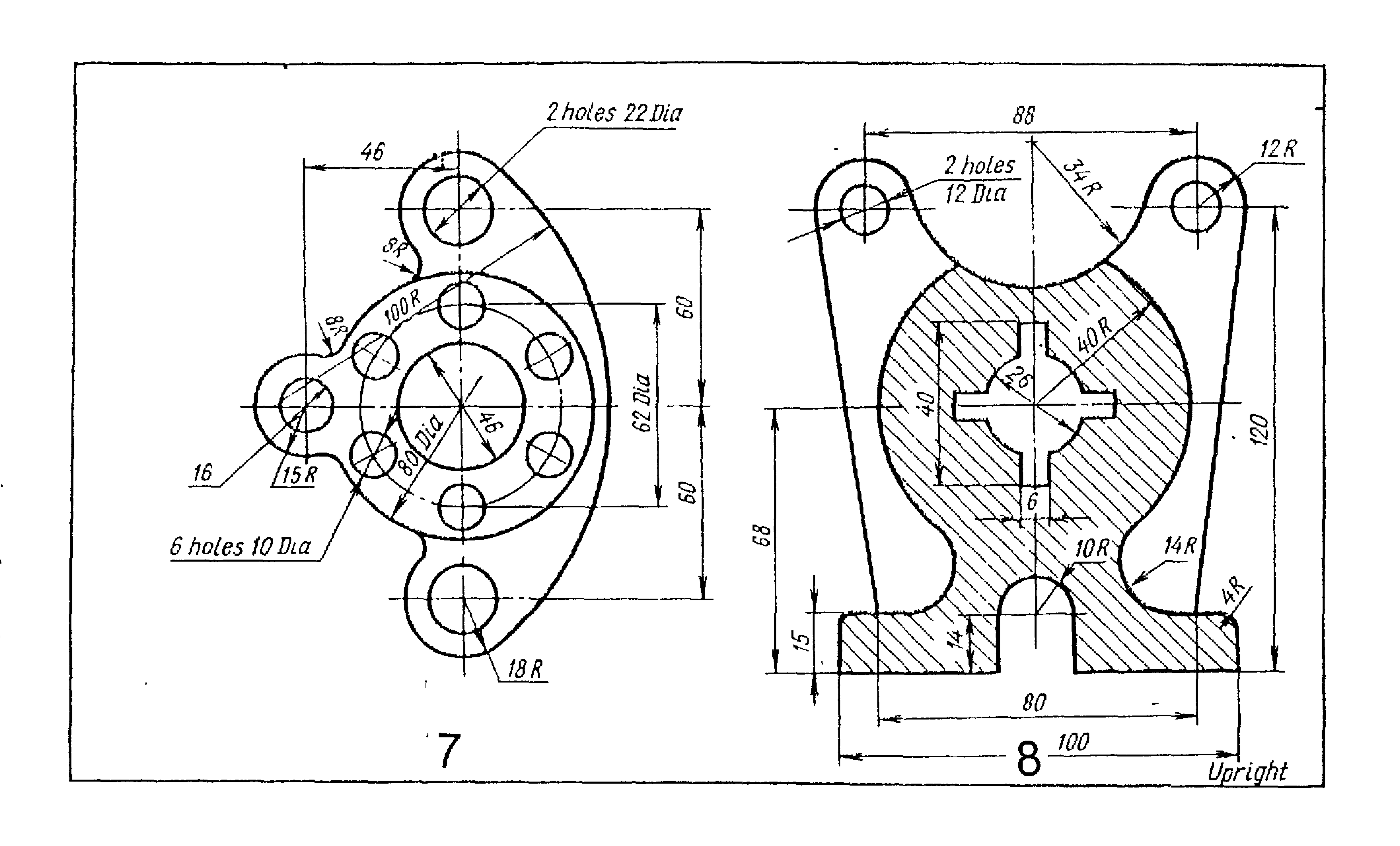


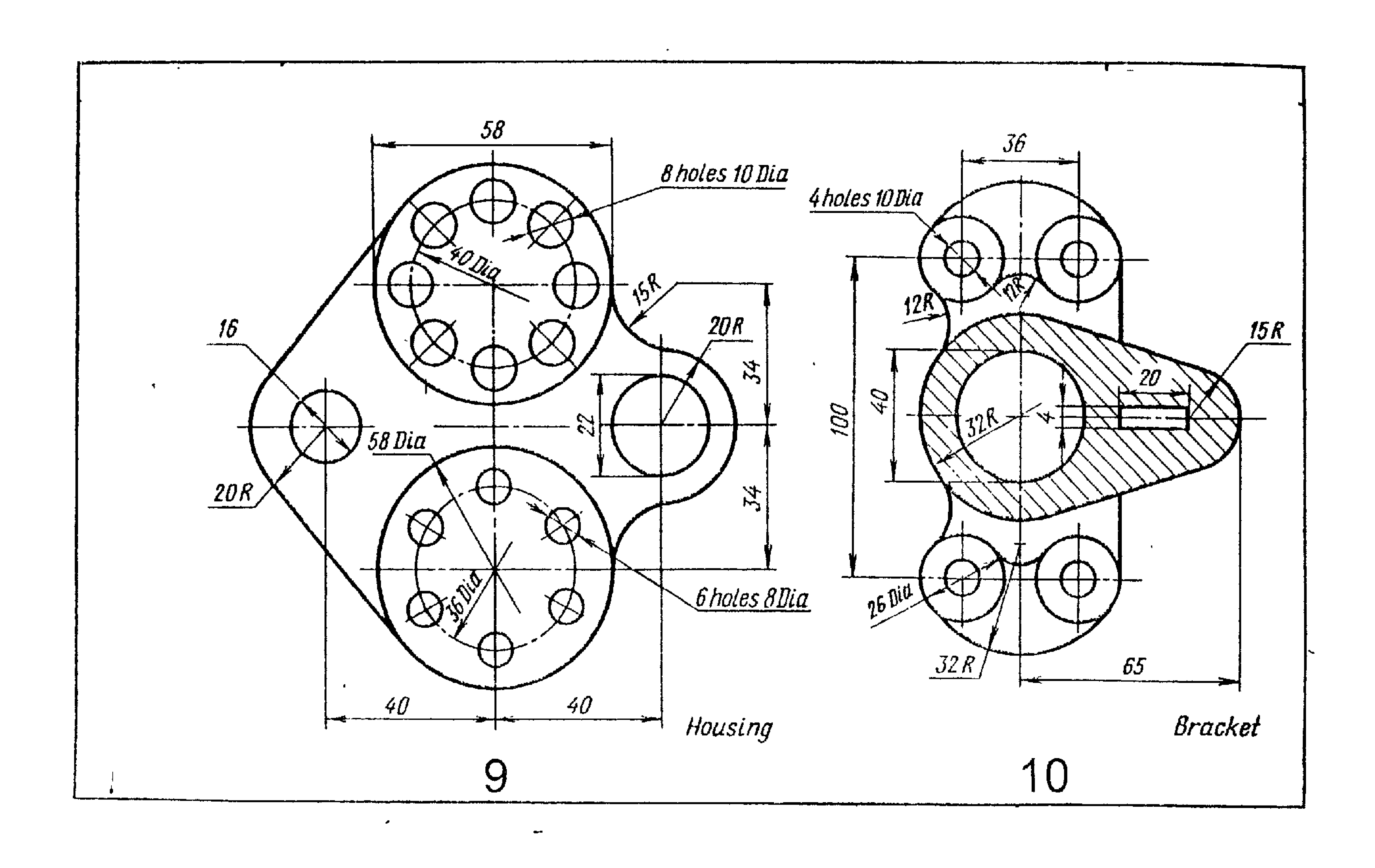
Dimensions in mm	Exercise No.																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	35	25	30	32	30	29	34	33	30	28	33	30	34	32	29	34	25	30	31	34
R_1	25	15	20	18	20	18	24	20	25	18	24	22	25	20	19	25	16	24	26	26
R_2	50	48	40	42	50	48	55	55	60	40	55	38	50	54	48	55	47	60	60	52
R_3	70	68	65	60	85	68	70	68	70	69	70	62	70	68	66	70	68	72	69	70
R_4	15	12	14	12	13	16	15	14	13	13	18	15	14	15	17	16	12	13	14	16
l	70	60	65	60	70	72	75	70	75	74	72	65	69	72	72	75	60	75	74	69
l_1	25	20	22	18	21	23	20	25	22	25	19	22	25	25	22	20	20	22	21	25

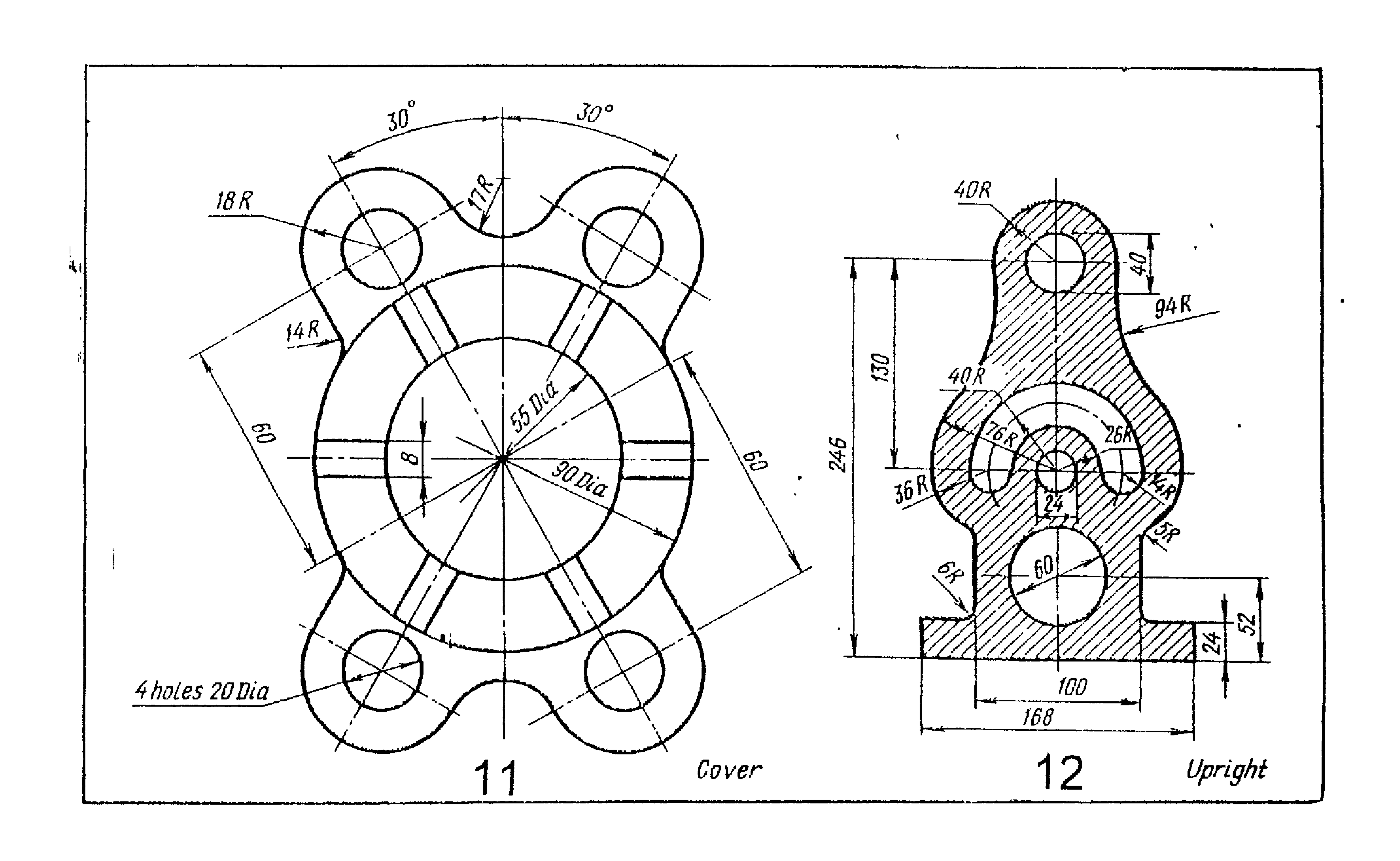

8 holes 10 Dia
52
26
85
96 R
42 R
60 Dia
26
40
36
42 R
16
80
Plate
1
90
2 holes 20 Dia
20
74 R
12 R
20 R
72
84
60
14 R
30
3 holes
8 Dia
15 R
90
Housing
2

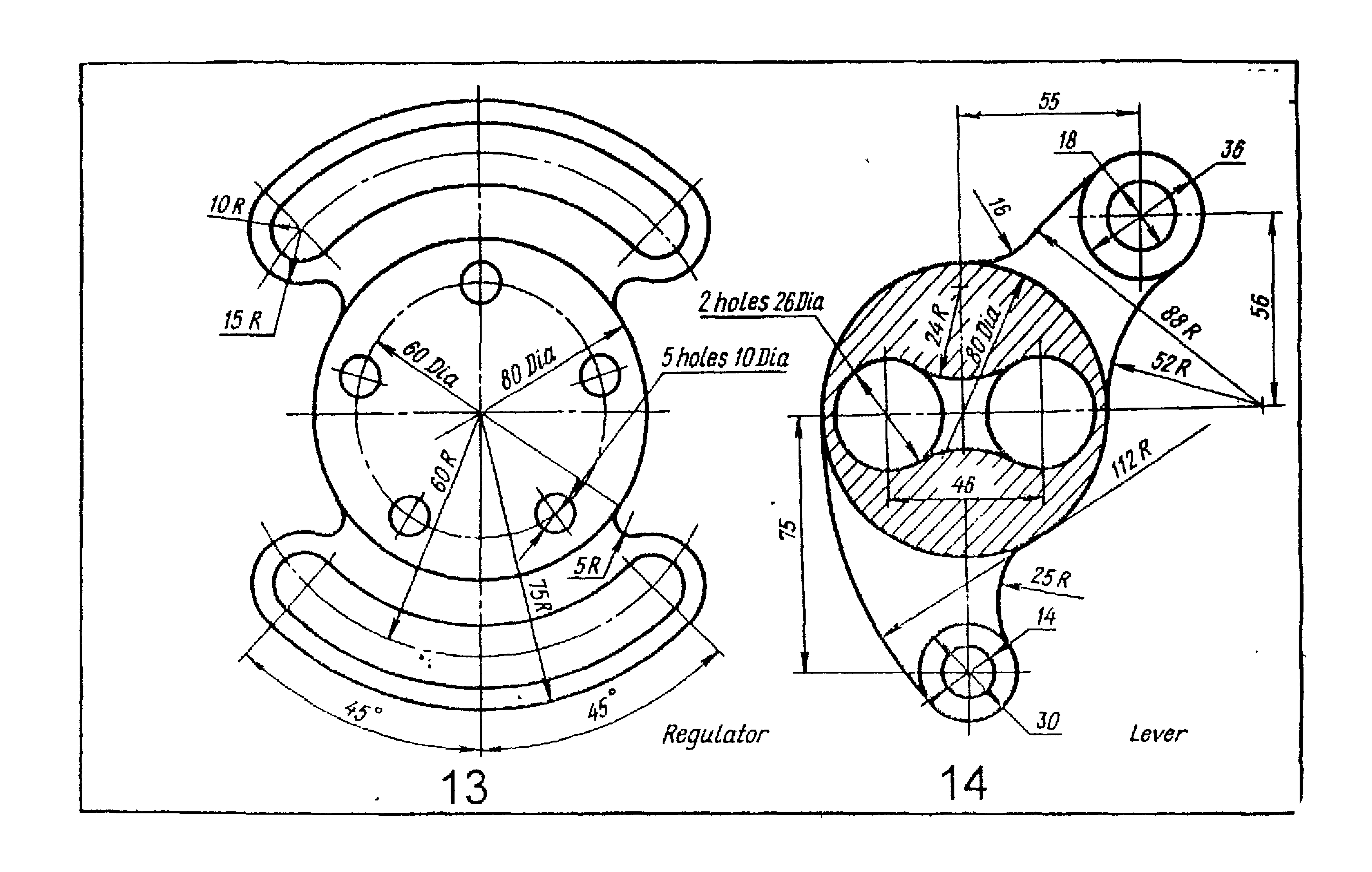

70
44
23 R
42
30
105 R
90
6 holes
10 Dia
60
3 holes 26 Dia
Eye
3
62
2 holes 10 Dia
48 R
22
50 R
42 R
48
90
28
12 R
25 R
17 R
2 holes 20 Dia
84
Frame
4

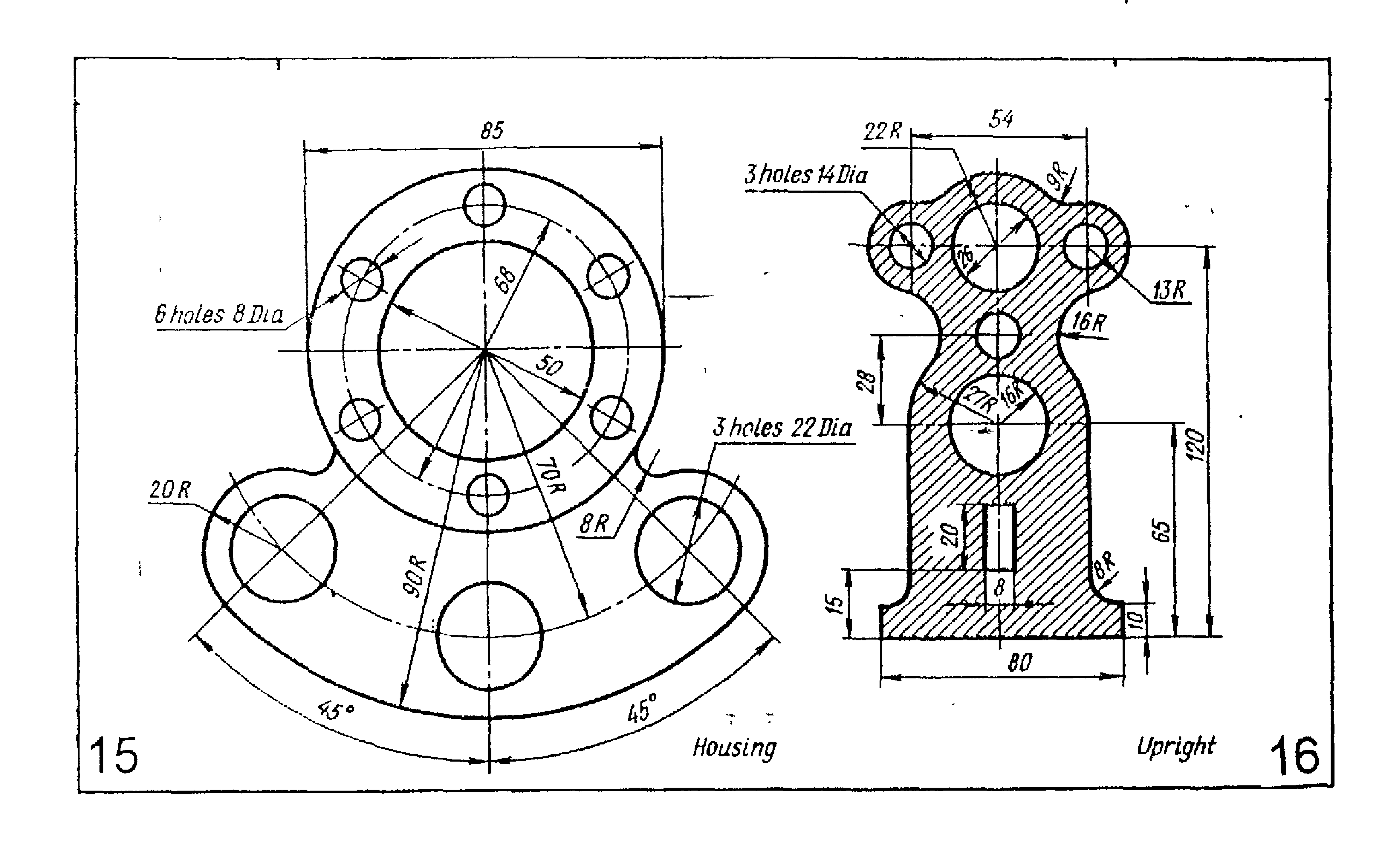

8R
6 holes 8 Dia
62 Dia
40 Dia
18R
65
30
3 holes
20 Dia
100 R
110
Cover
5
30°
37
14R
60R
2 holes
12 Dia
12R
60R
54
30R
24
12R
74R
15R
10R
Housing
6

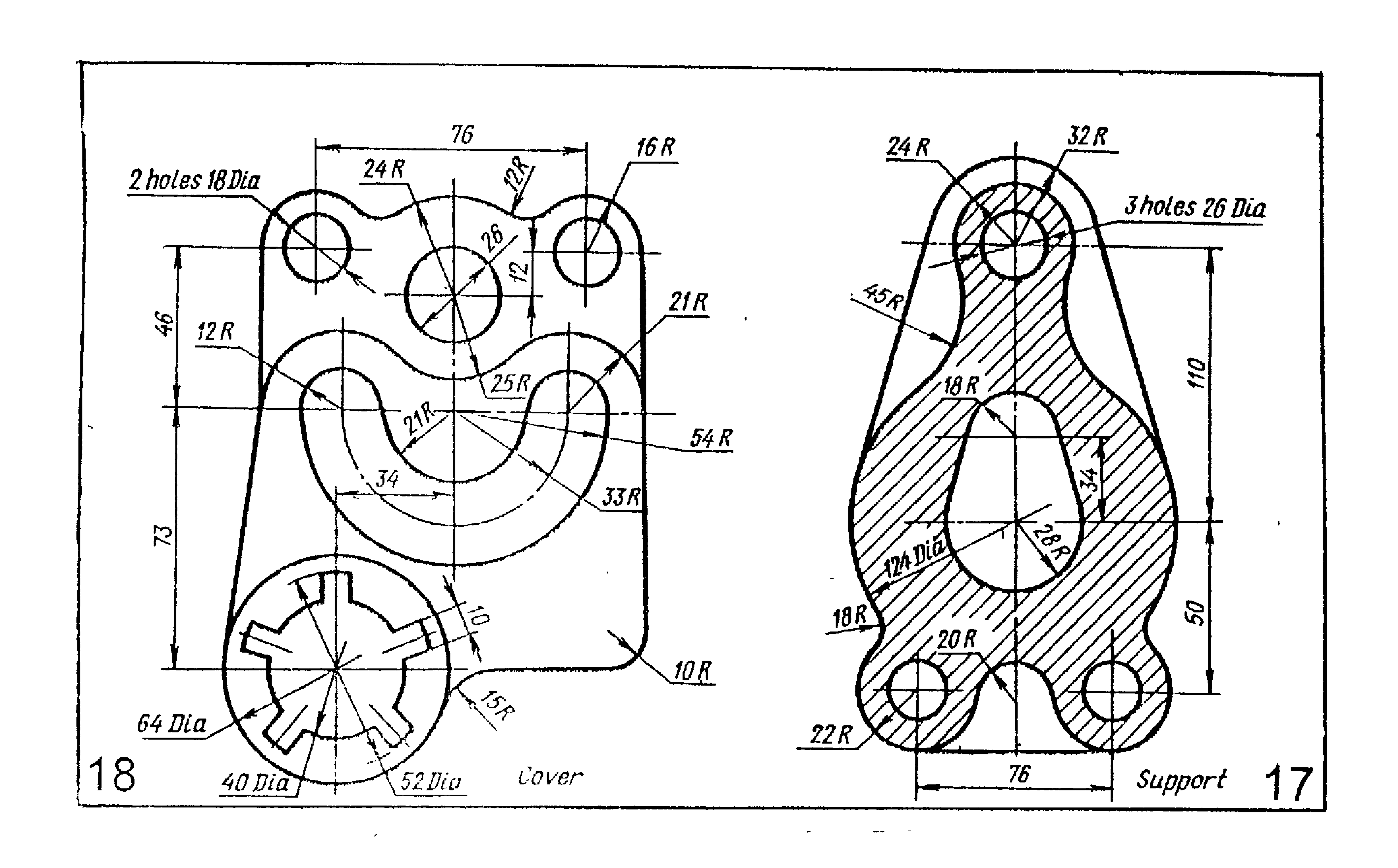

2 holes 22 Dia
46
8R
100R
60
62 Dia
60
46
80 Dia
16
15R
6 holes 10 Dia
18R
7
88
2 holes
12 Dia
34R
12R
40R
26
40
6
120
68
10R
14R
4R
15
14
80
100
8
Upright


58
8 holes 10 Dia
40 Dia
15R
16
20R
58 Dia
22
34
34
20R
6 holes 8 Dia
36 Dia
40
40
Housing
9
36
4 holes 10 Dia
12R
12R
15R
100
40
20
32R
4
26 Dia
32R
65
Bracket
10

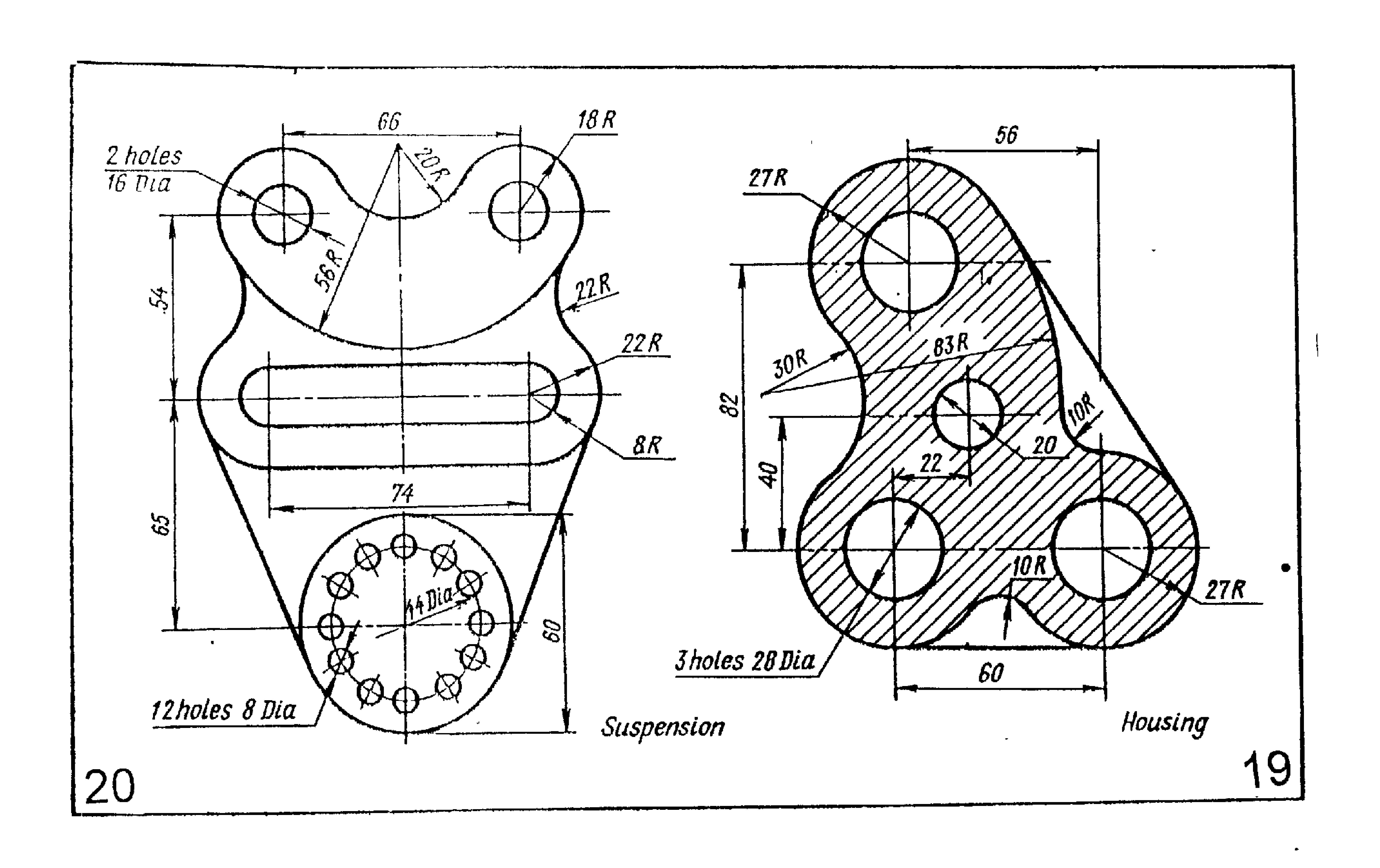

30°
30°
18R
17R
14R
60
8
55 Dia
90 Dia
60
4 holes 20 Dia
11
Cover
40R
40
94R
130
246
40R
76R
26R
36R
14R
24
5R
6R
60
52
24
100
168
12
Upright


10 R
15 R
60 Dia
80 Dia
5 holes 10 Dia
60 R
75 R
5 R
45°
45°
Regulator
13
55
18
36
16
2 holes 26 Dia
24 R
80 Dia
88 R
56
52 R
46
112 R
75
25 R
14
30
Lever
14

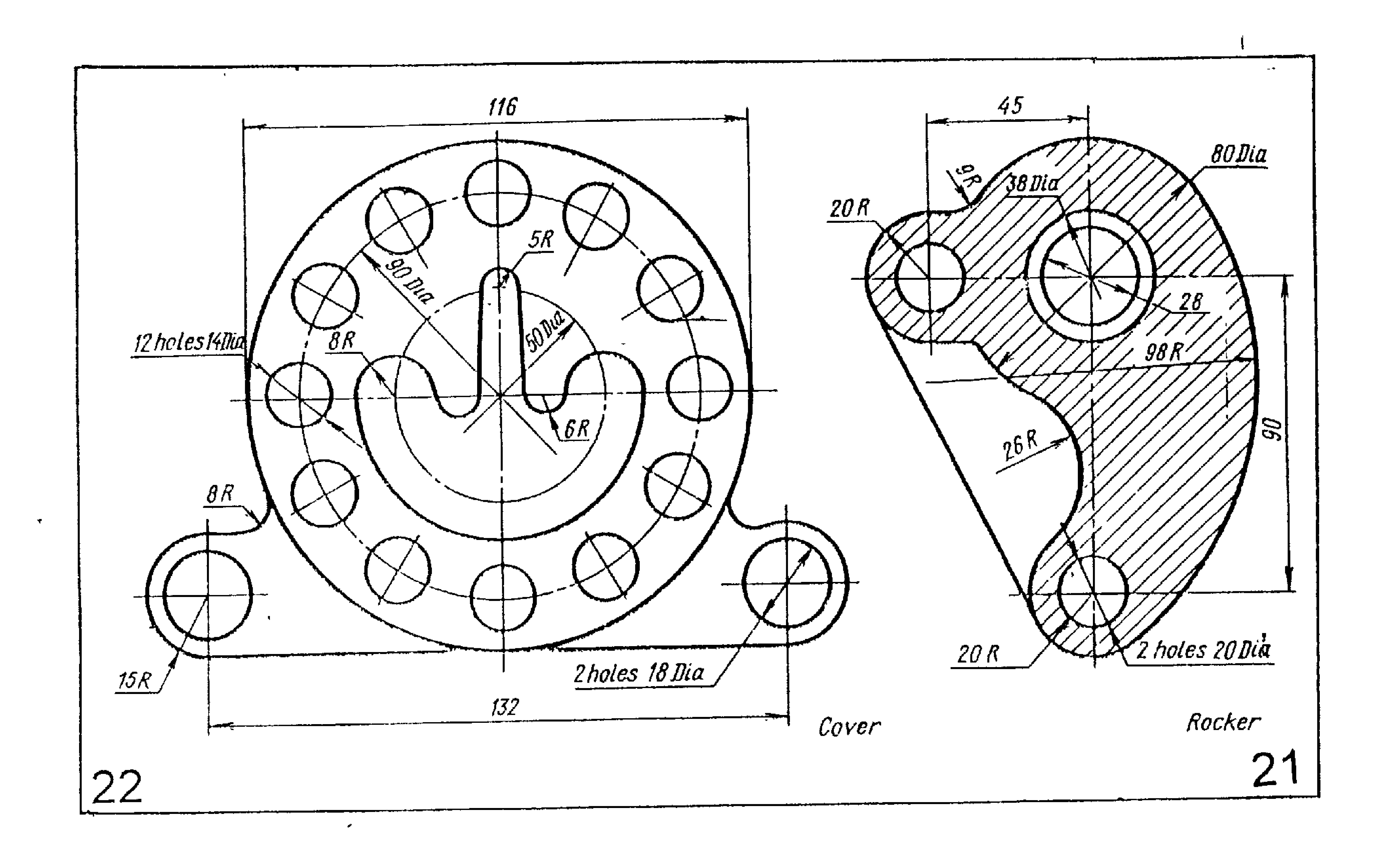

85
6 holes 8 Dia
68
50
70 R
8 R
3 holes 22 Dia
20 R
90 R
45°
45°
15
Housing
22 R
54
3 holes 14 Dia
9 R
26
13 R
16 R
28
27 R
16 R
120
65
20
8
8 R
15
10
80
Upright
16

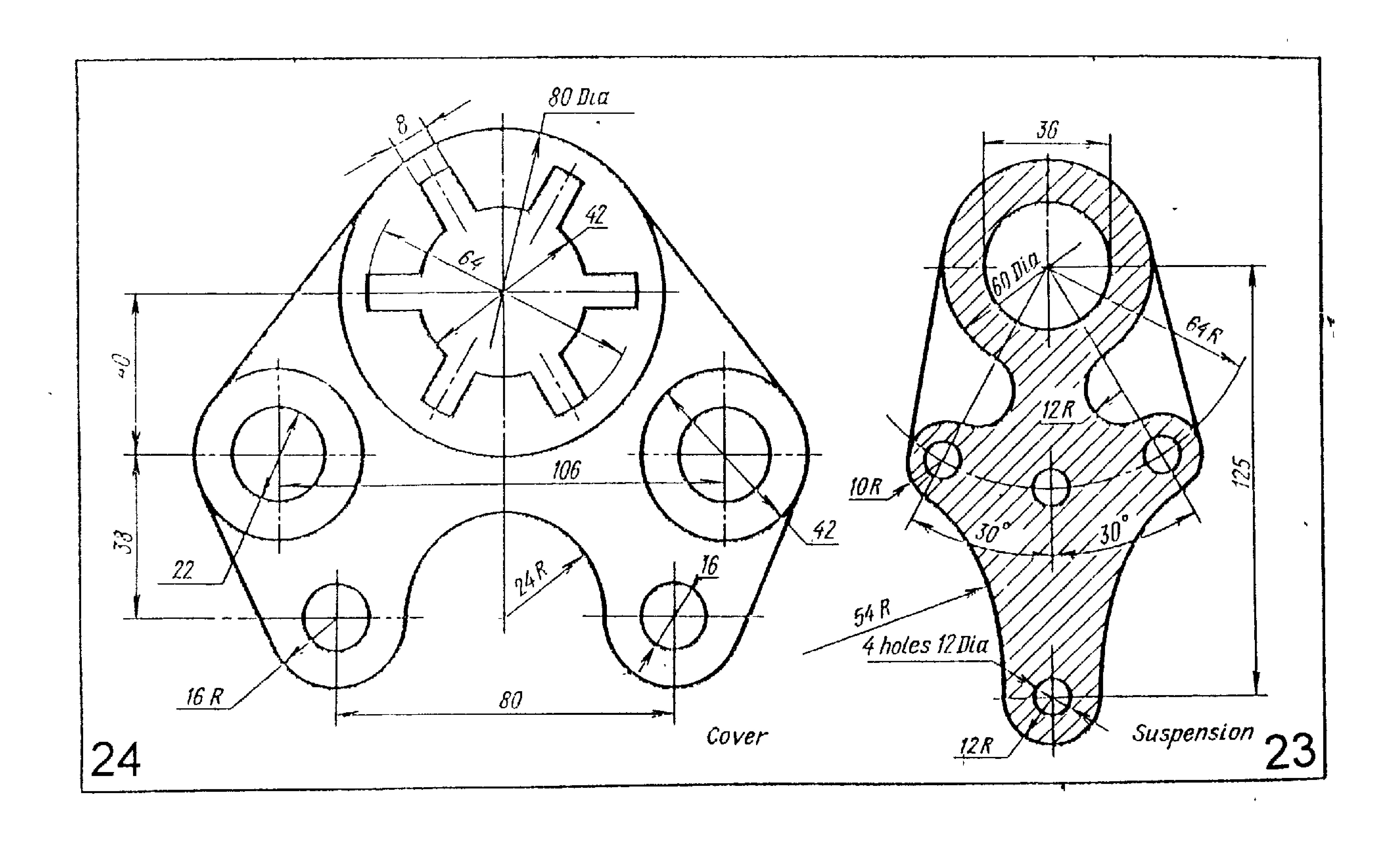


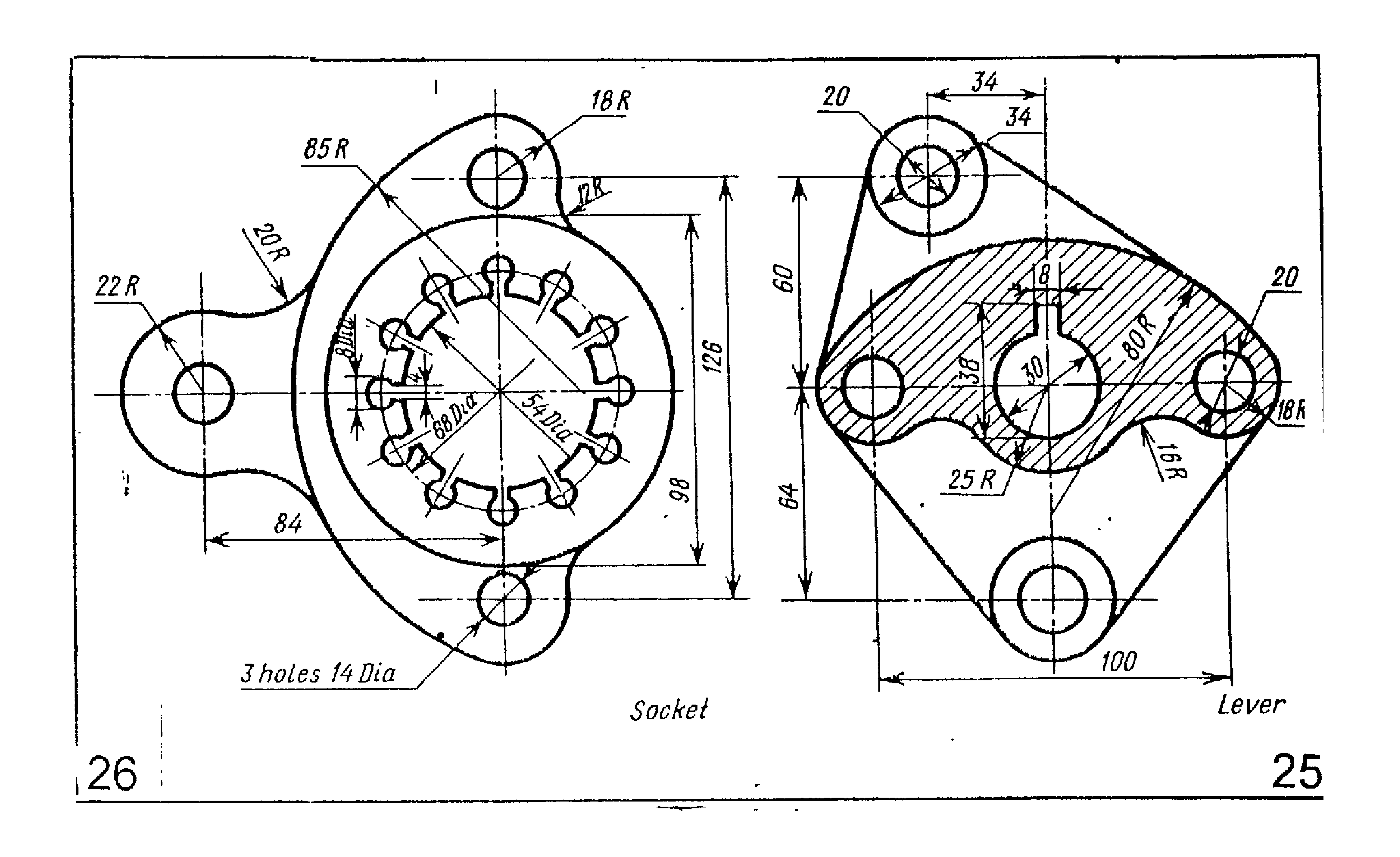
76
16 R
24 R
12R
2 holes 18 Dia
26
12
21 R
46
12 R
25 R
21R
54 R
34
33 R
73
10
10 R
64 Dia
15R
18
40 Dia
52 Dia
Cover
24 R
32 R
3 holes 26 Dia
45R
110
18 R
34
124 Dia
28R
18R
20 R
50
22 R
76
Support
17

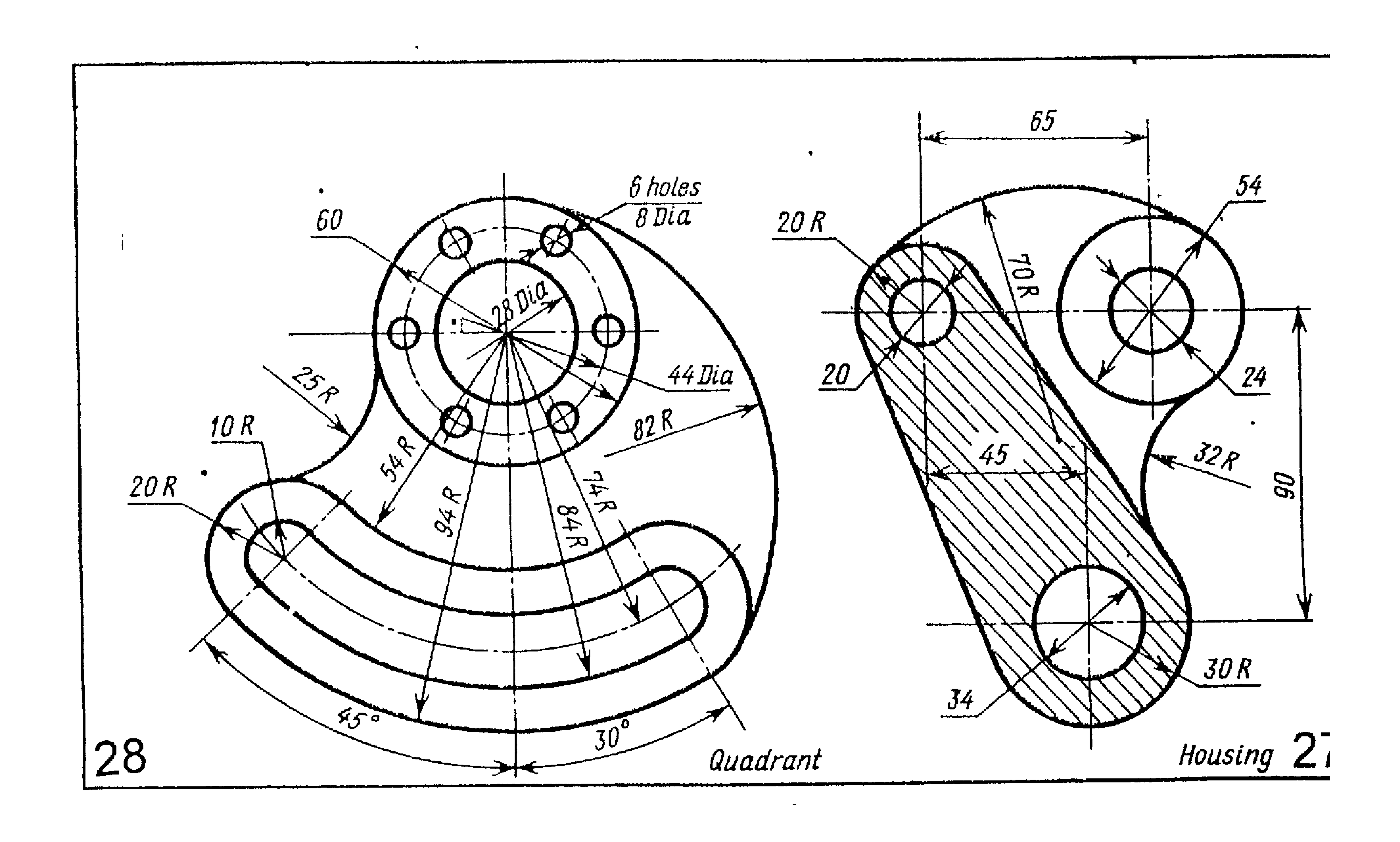


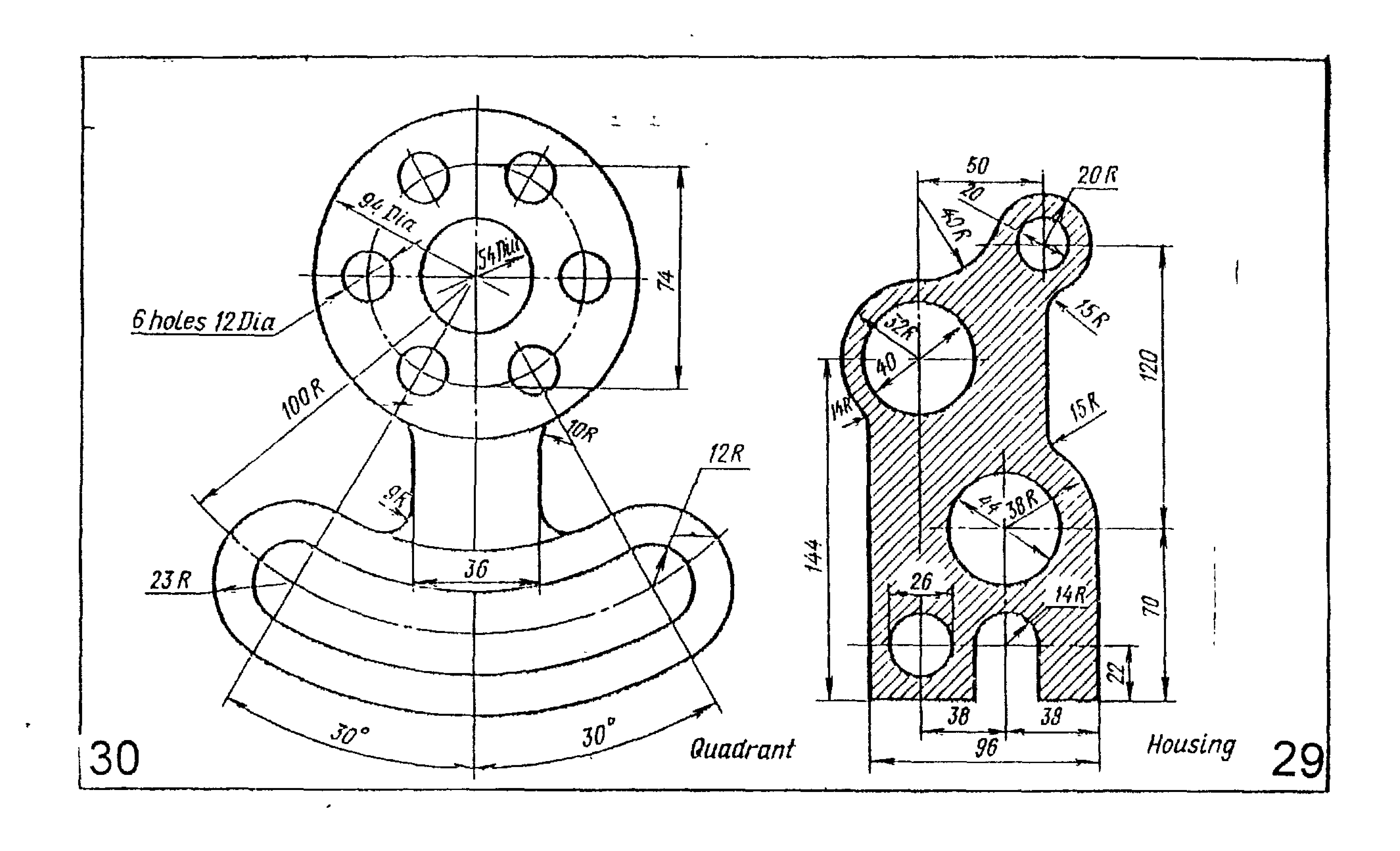
66
18 R
2 holes
16 Dia
20R
56 R
54
22 R
22 R
8R
74
65
60
12 holes 8 Dia
Suspension
20
56
27R
82
30R
83R
40
22
20
10R
10R
27R
3 holes 28 Dia
60
Housing
19


116
5R
90 Dia
12 holes 14 Dia
8R
50 Dia
6R
8R
15R
2 holes 18 Dia
132
Cover
22
45
9R
20R
38 Dia
80 Dia
28
98R
26R
90
20R
2 holes 20 Dia
Rocker
21

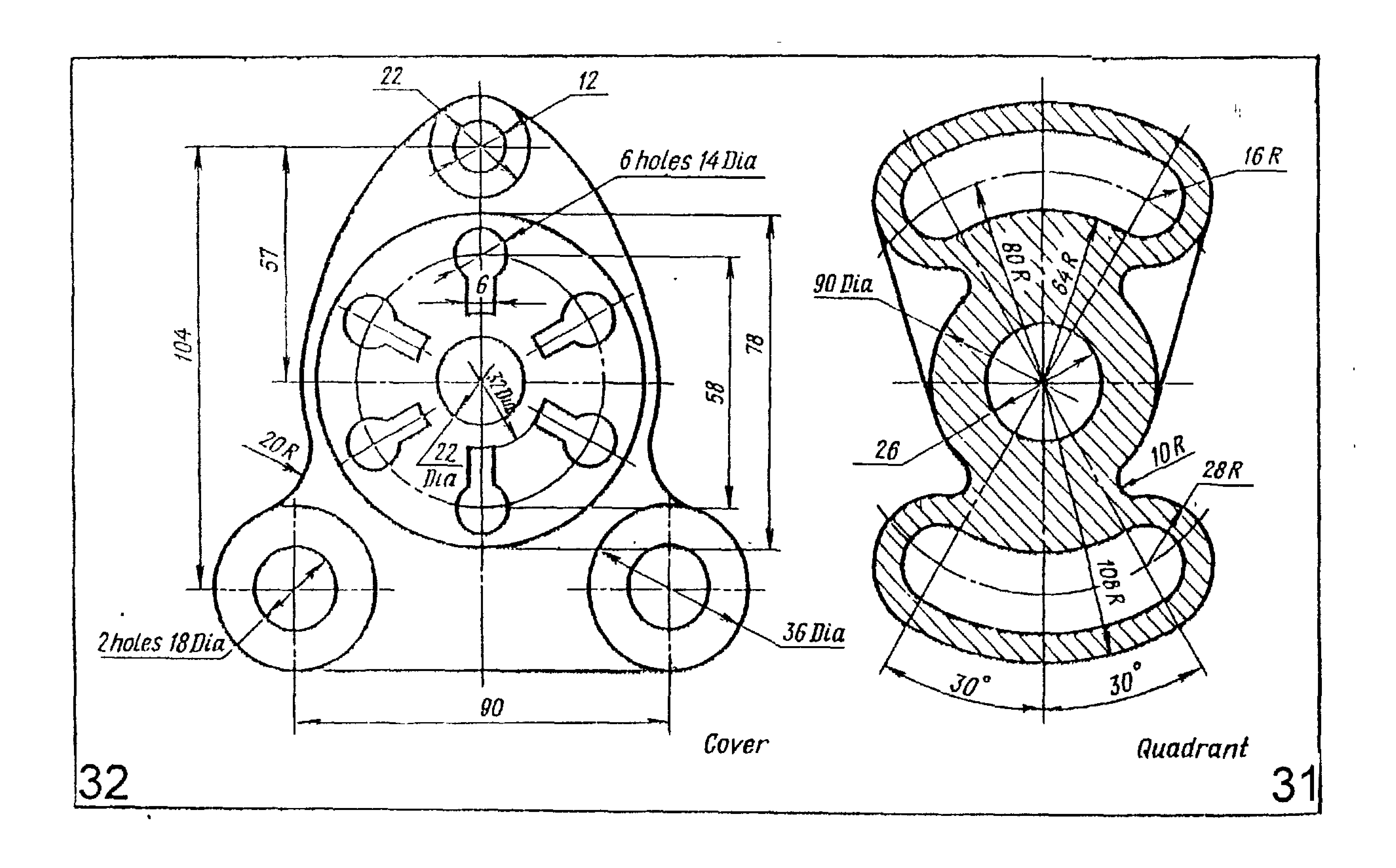

80 Dia
8
42
64
40
106
42
33
22
24R
16
16R
80
Cover
24
36
60 Dia
64R
12R
10R
30°
30°
125
54R
4 holes 12 Dia
12R
Suspension
23


18 R
85 R
12 R
20 R
22 R
8 Dia
68 Dia
54 Dia
126
98
84
3 holes 14 Dia
Socket
26
34
20
34
60
8
20
38
30
80 R
18 R
25 R
16 R
64
100
Lever
25

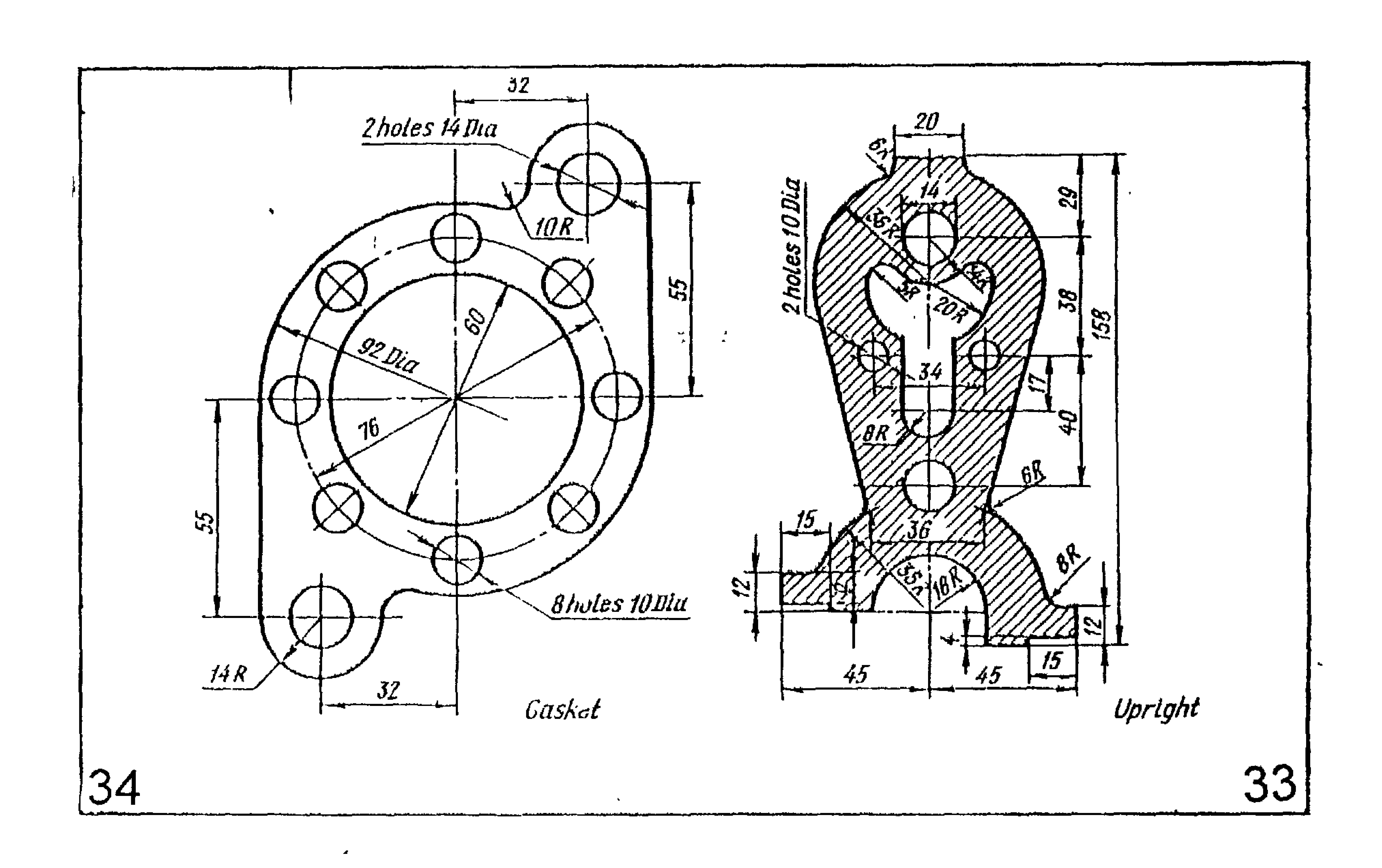

6 holes
8 Dia
60
28 Dia
44 Dia
25 R
10 R
20 R
54 R
82 R
94 R
84 R
74 R
45°
30°
Quadrant
28
65
54
20 R
70 R
20
24
45
32 R
90
34
30 R
Housing
27

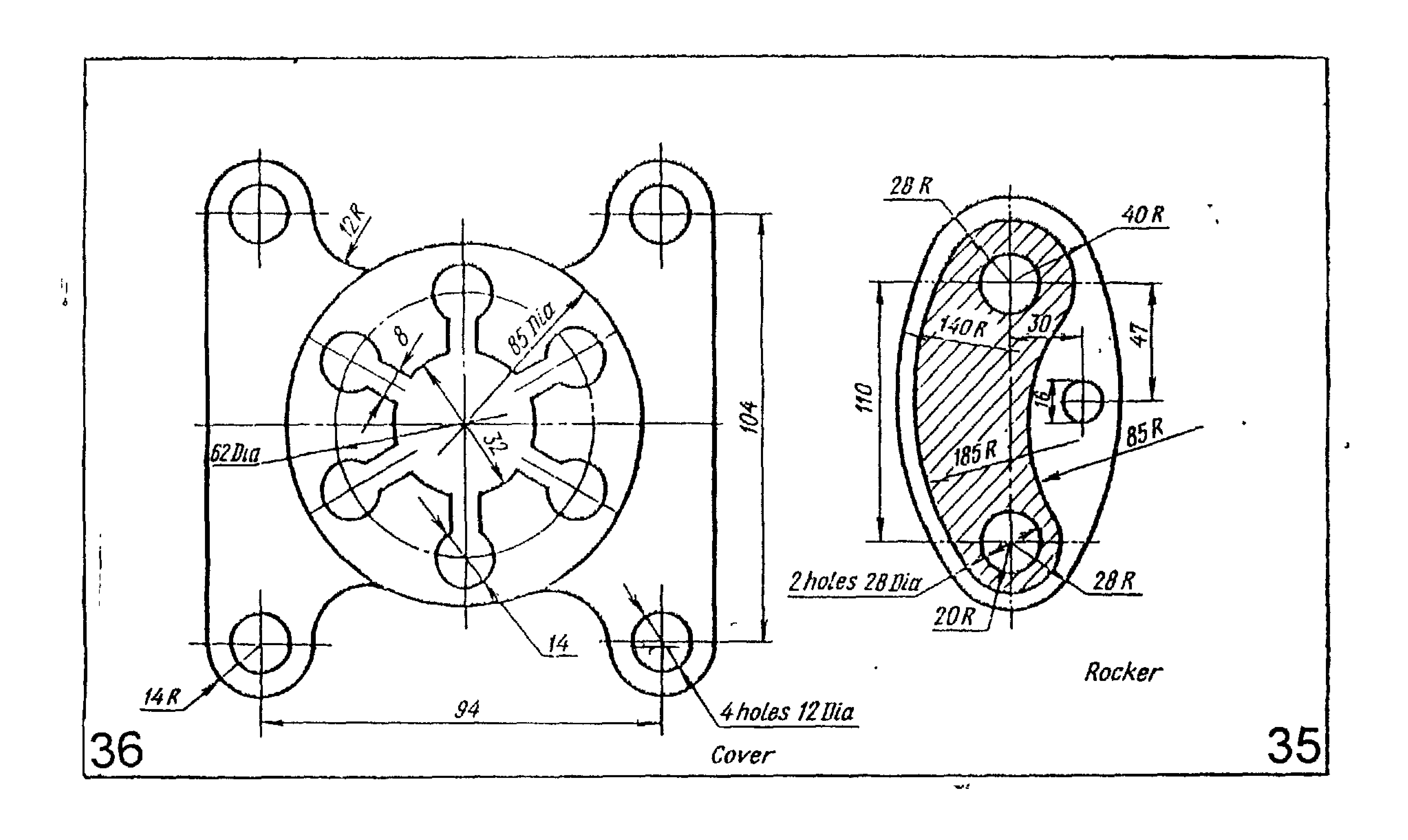


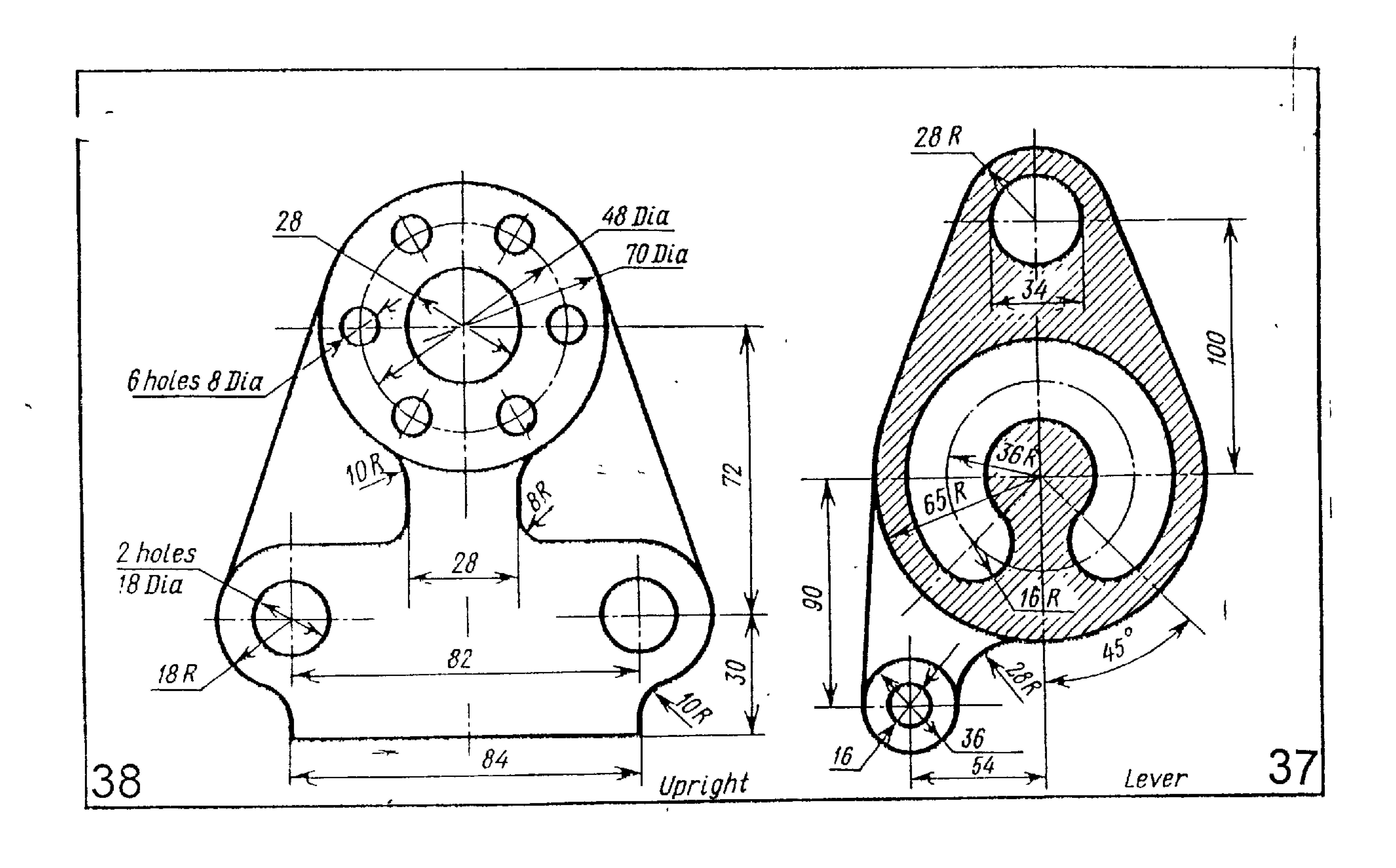
94 Dia
54 Dia
6 holes 12 Dia
74
100 R
10R
12R
9R
36
23 R
30°
30°
Quadrant
30
50
20 R
20
40 R
15 R
32R
40
14R
15 R
120
44
38 R
144
26
14R
70
22
38
38
96
Housing
29

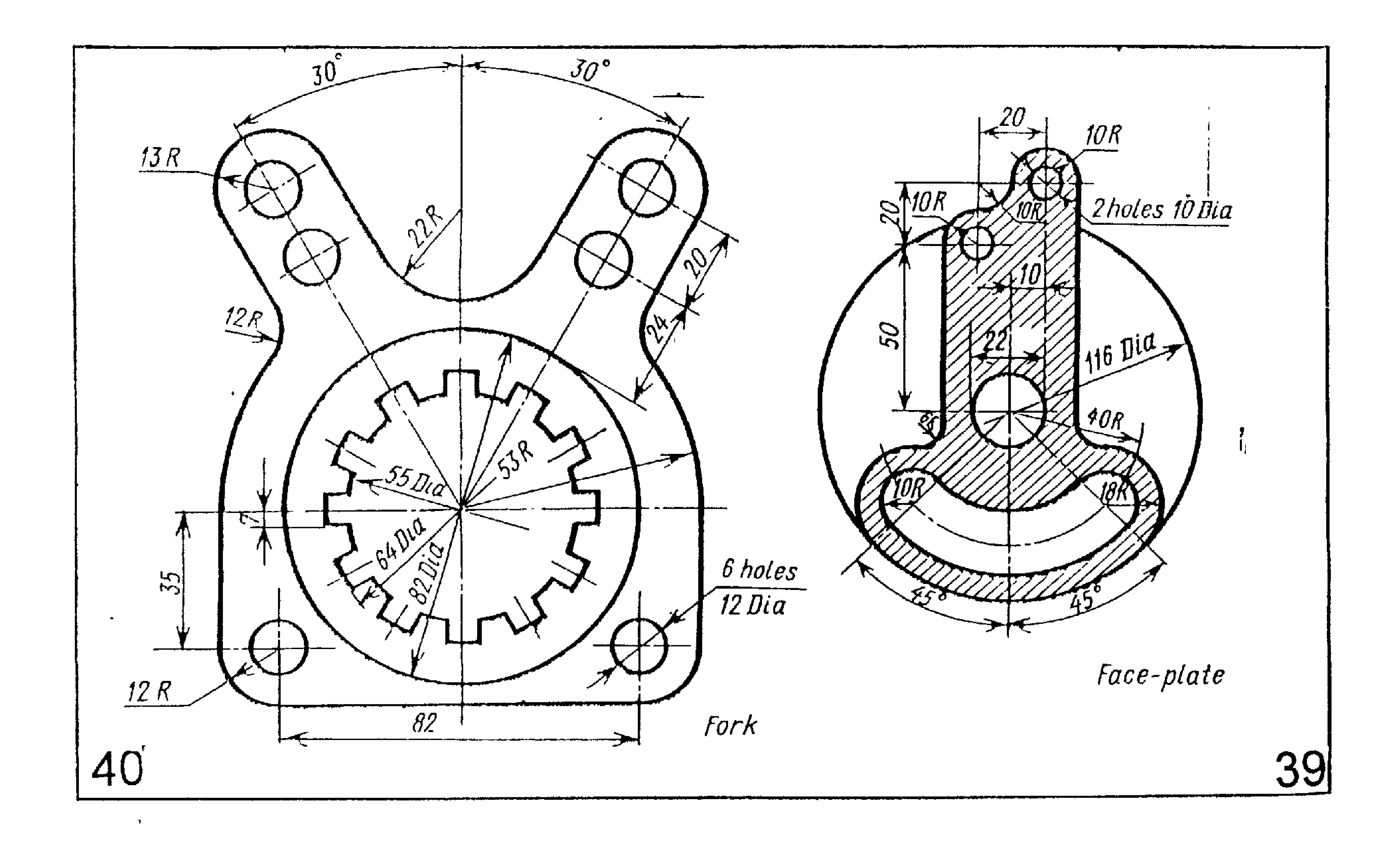


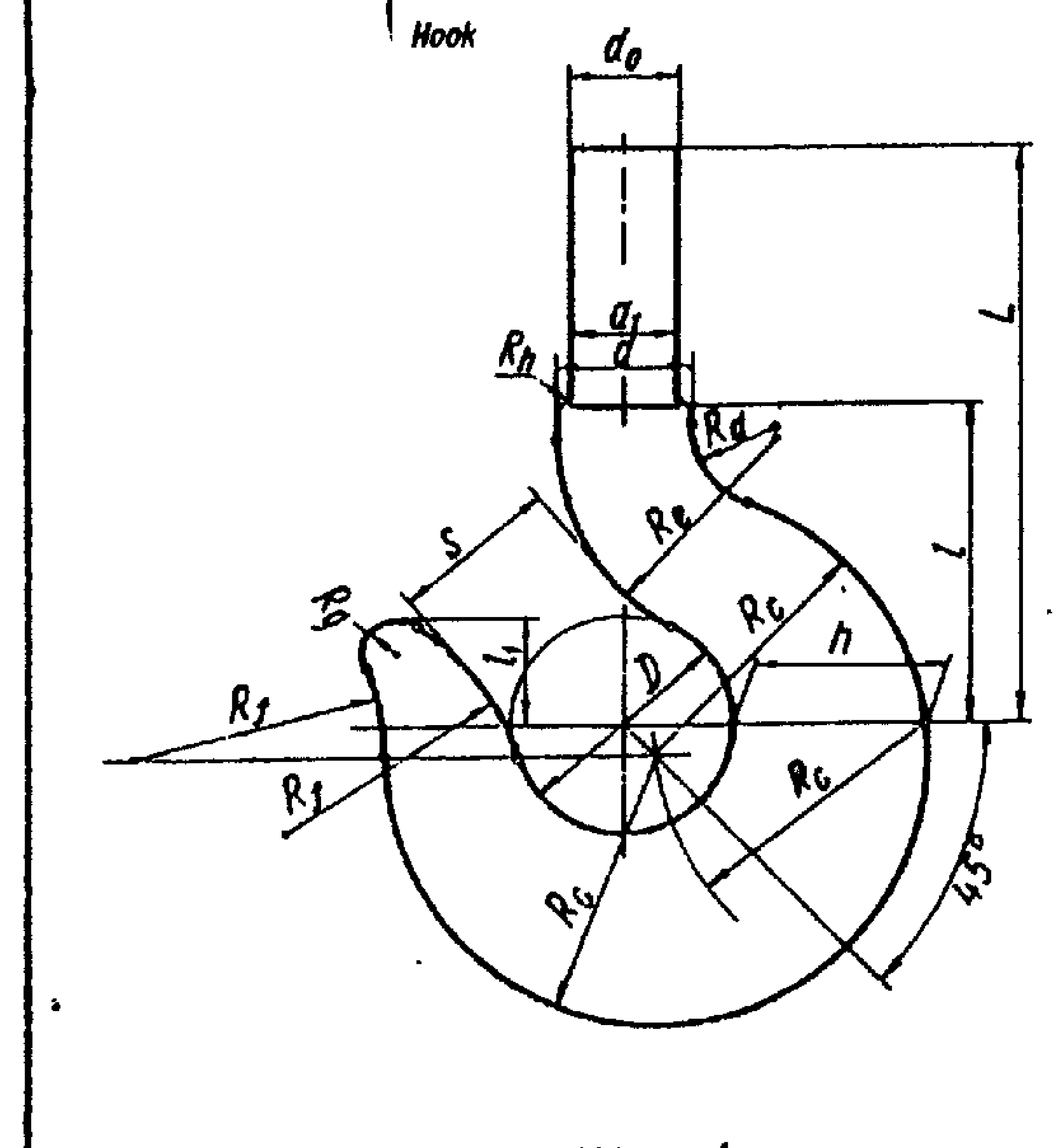
22
12
6 holes 14 Dia
57
104
6
32 Dia
78
58
20R
22 Dia
2 holes 18 Dia
36 Dia
90
Cover
32
16 R
90 Dia
80 R
64 R
26
10 R
28 R
108 R
30°
30°
Quadrant
31


32
2 holes 14 Dia
10R
55
60
92 Dia
76
55
8 holes 10 Dia
14 R
32
Caskat
34
20
14
2 holes 10 Dia
29
38
158
20R
34
17
40
8R
6R
15
36
12
18R
8R
12
45
45
15
Upright
33

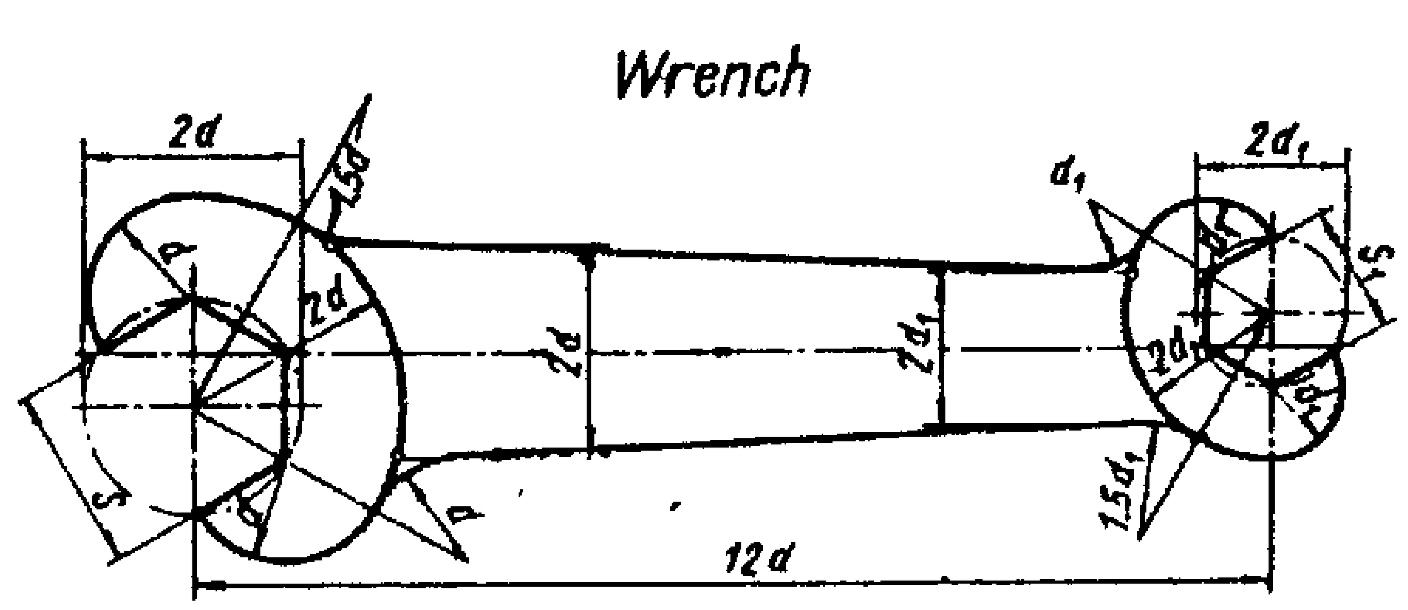

12R
104
85 Dia
8
62 Dia
32
14
14R
94
4 holes 12 Dia
Cover
36
28 R
40 R
140 R
30
47
110
16
185 R
85 R
2 holes 28 Dia
20R
28 R
Rocker
35


28
48 Dia
70 Dia
6 holes 8 Dia
10 R
8R
72
2 holes
18 Dia
28
18 R
82
30
10R
84
Upright
38
28 R
34
100
36R
65 R
16 R
90
45°
28R
16
36
54
Lever
37


30°
30°
13 R
22 R
20
12 R
24
55 Dia
53 R
64 Dia
82 Dia
35
6 holes
12 Dia
12 R
82
Fork
40
20
10R
10R
10R
2 holes 10 Dia
20
10
50
22
116 Dia
40R
10R
18R
45°
45°
Face-plate
39

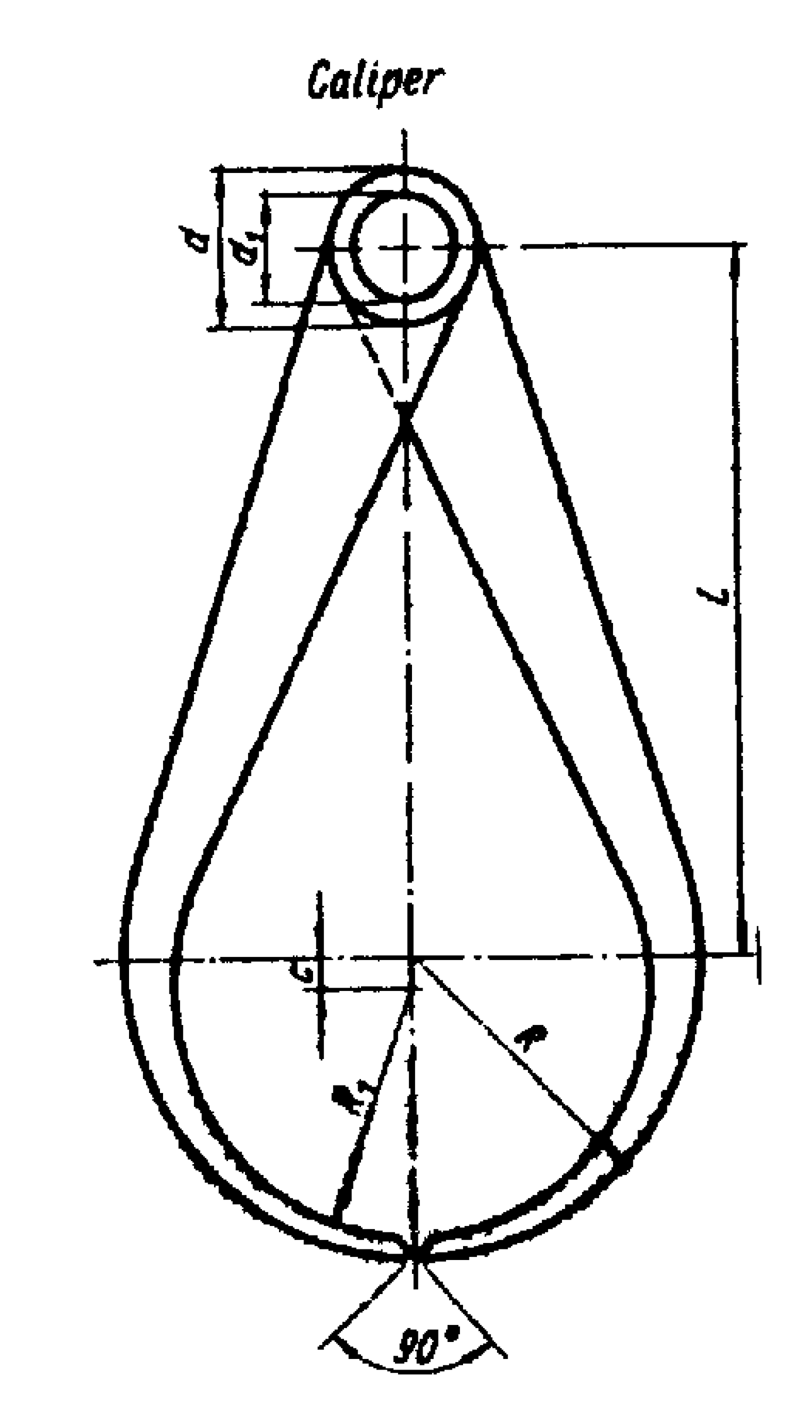


Exercise No.	D	S	h	d	d_1	d_0	L	l	l_1	R_e	R_d	R_c	R_f	R_h	R_g
1	20	14	18	15	12	12	60	30	10	25	8	22	28	1	4.5
2	25	18	24	18	15	14	70	35	12	32	9	26	30	1.5	5
3	30	22	26	20	17	16	85	45	15	37	10	30	35	1.5	5.5
4	32	22	28	20	17	16	90	45	16	40	11	32	38	1.5	6
5	36	26	32	25	20	20	100	50	18	45	13	36	40	2.5	6
6	40	30	36	25	20	20	110	60	20	50	15	40	45	2.5	6.5

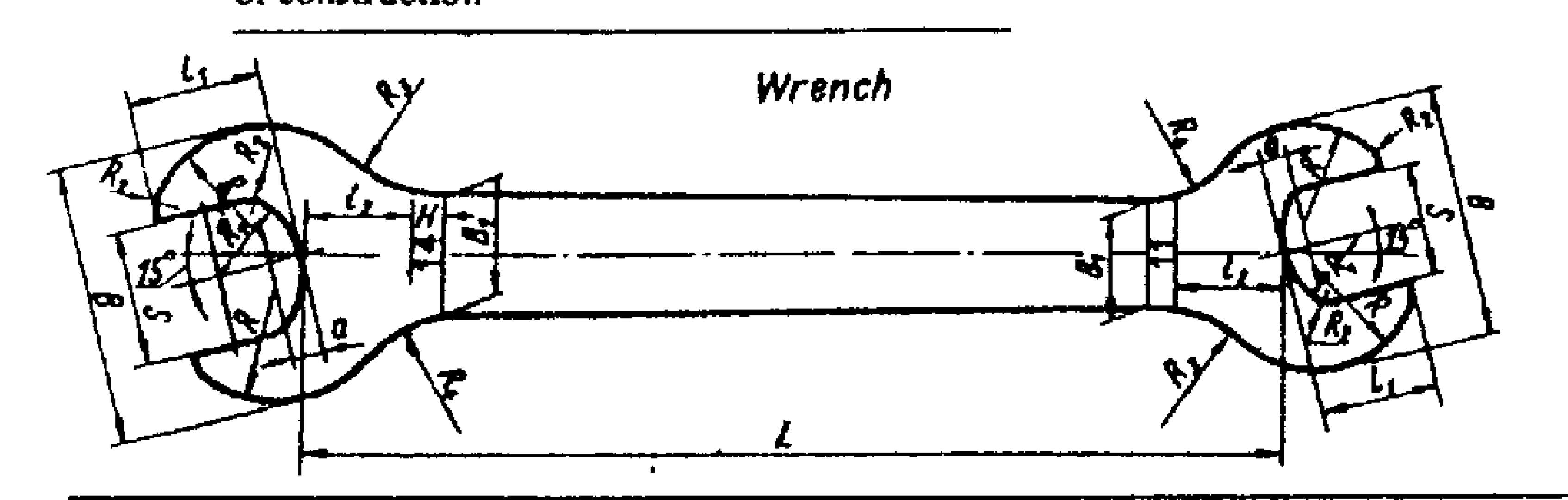


Exercise No.	d	d_1	Exercise No.	d	d_1
1	12	8	5	20	14
2	14	10	6	22	16
3	16	10	7	24	18
4	18	12	8	25	20

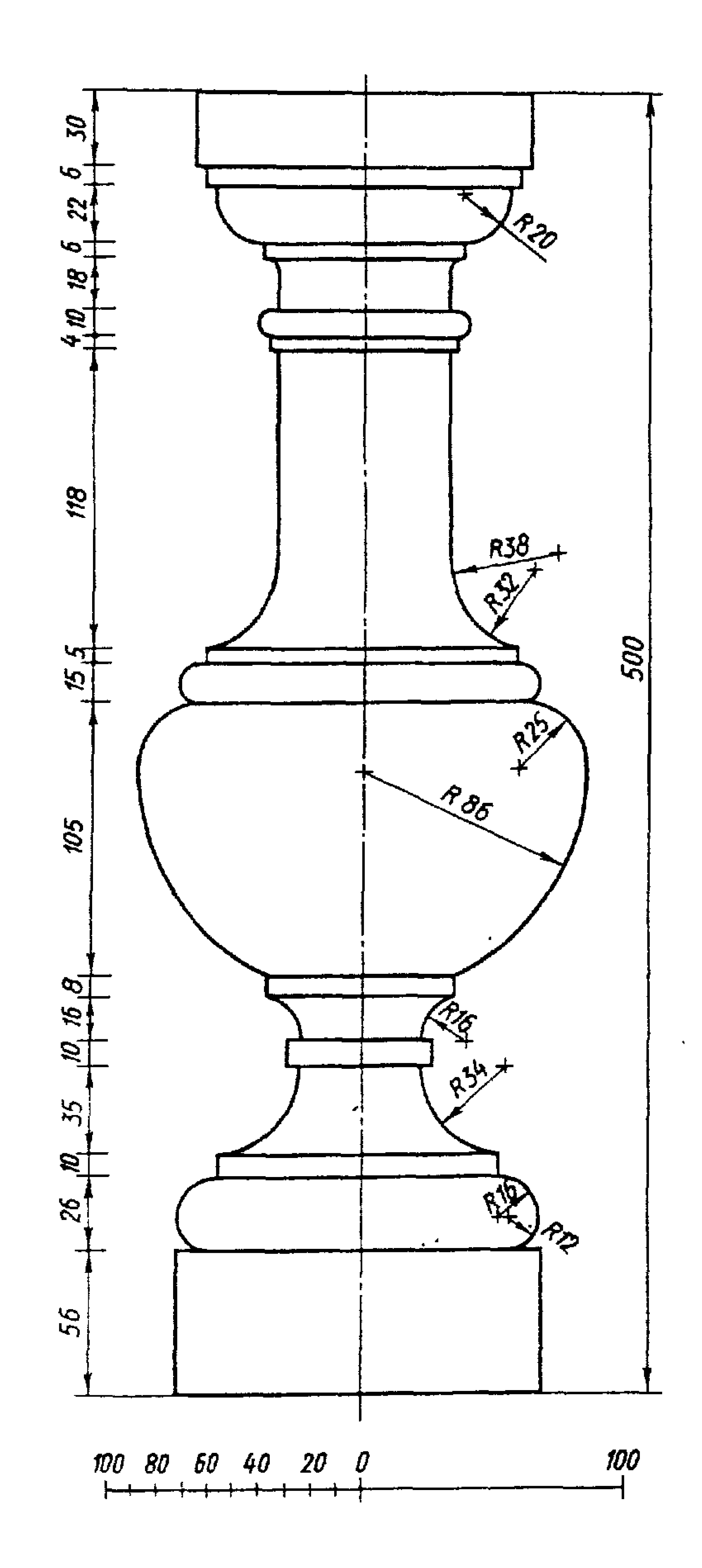
Dimensions s and s_1 are obtained in the course of construction

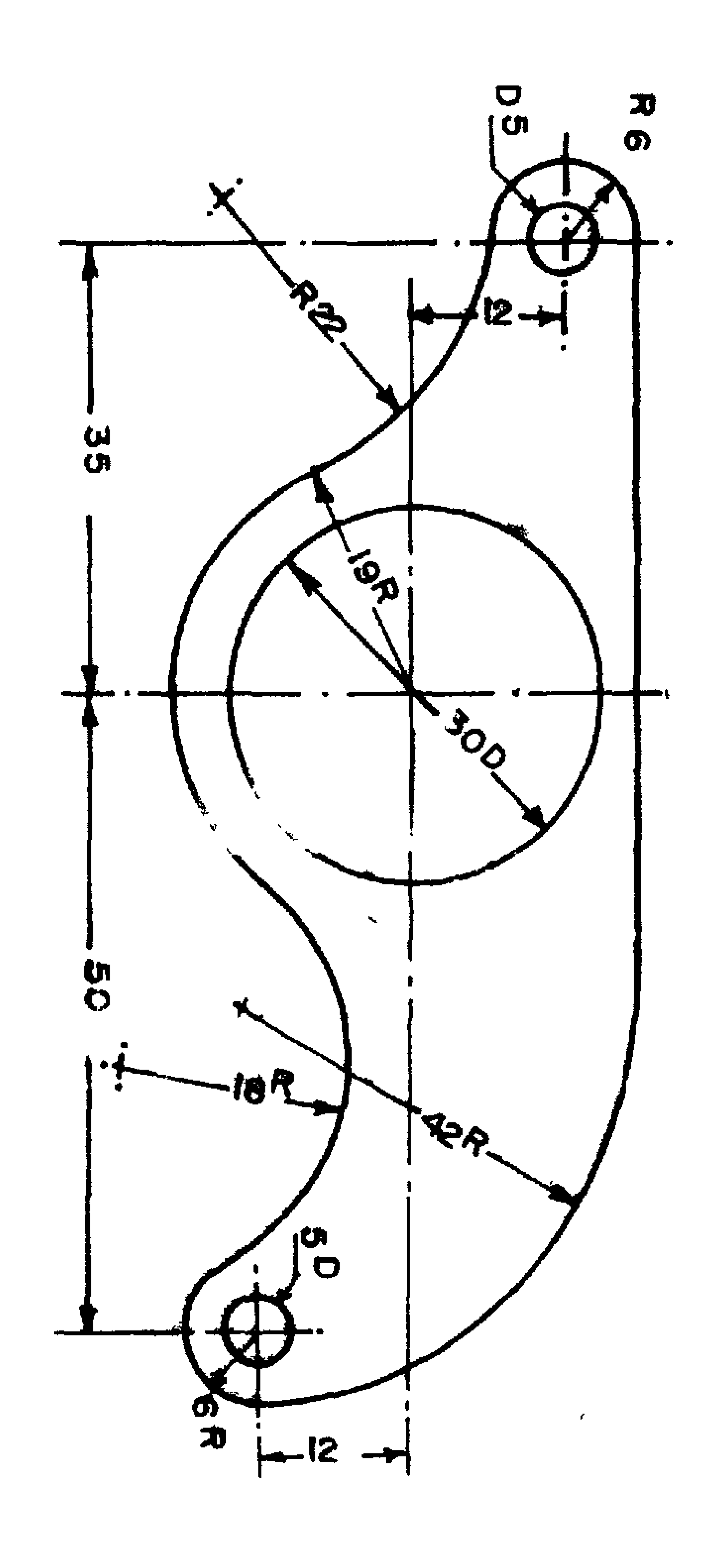


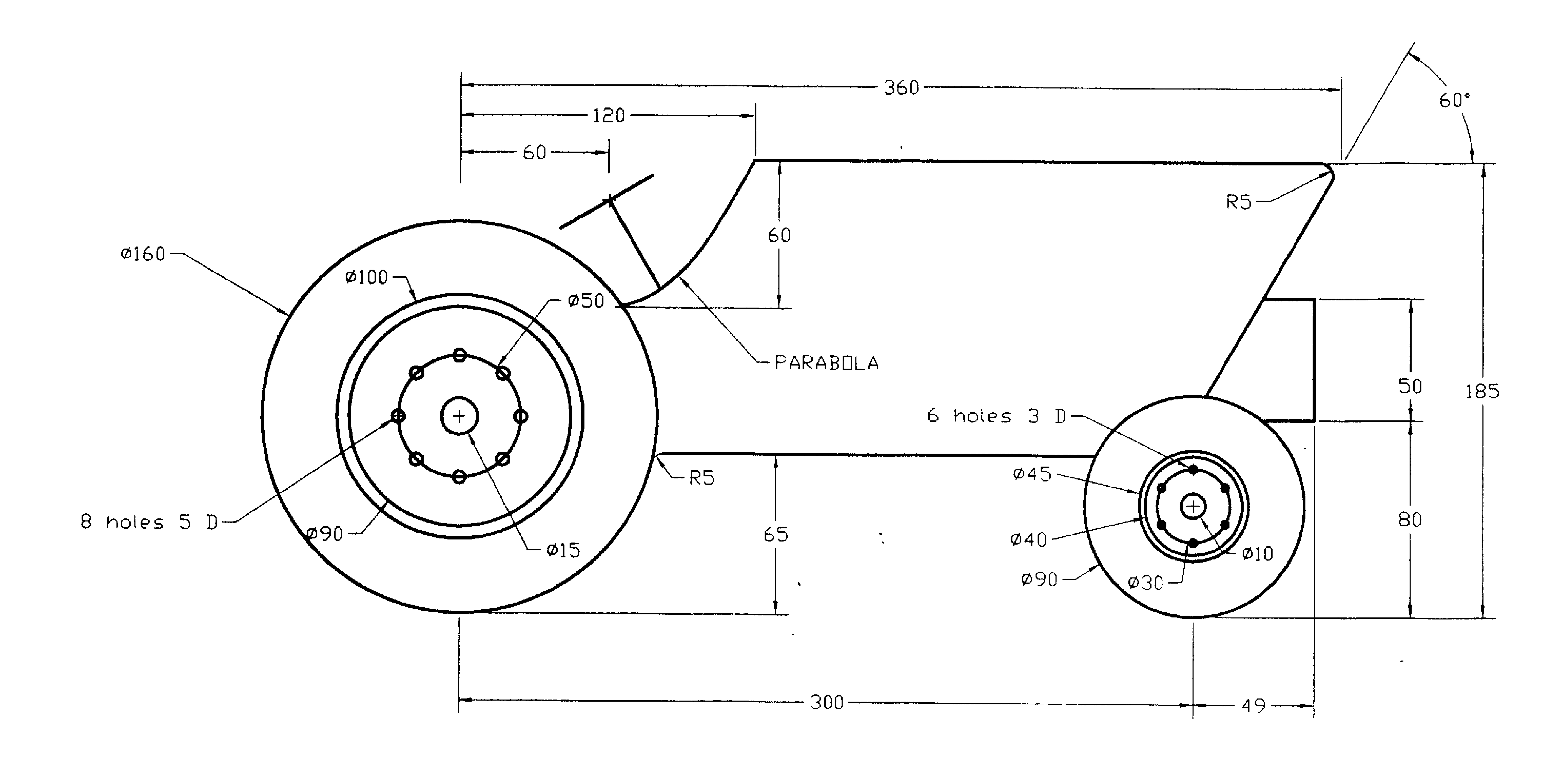
Exercise No.	Dimensions in mm					
	l	d	d_1	R	R_1	c
1	100	22	18	45	36	5
2	90	20	16	40	32	4
3	105	20	16	38	29	5
4	85	22	16	30	22	4
5	120	24	20	48	38	6



Exercise No.	Size of jaw	Dimensions in mm											
		L	B	B_1	l_1	a	R	R_1	R_2	R_3	R_4	l_2	H
1	17-19	135	35-40	16-18	17-19	4-4	16-18	13-14	1-1	16-22	16-18	20	5
2	17-22	150	35-46	16-20	17-21	4-4	16-20	13-15	1-1	16-25	16-20	20	5
3	22-24	170	46-50	20-22	21-23	4-4	20-22	15-16	1-1	25-28	20-22	20	5
4	24-27	190	50-56	22-24	23-26	4-5	22-24	16-18	1-2	28-32	22-24	30	8
5	27-30	200	56-62	24-26	26-28	5-5	[illegible]	18-19	2-2	32-34	24-25	30	8


30
6
22
6
18
4
10
118
15
5
105
8
16
10
35
10
26
56
500
R20
R38
R32
R25
R86
R16
R34
R10
R12
100 80 60 40 20 0
100


D5
R6
12
R22
35
19R
30D
50
18R
42R
5D
6R
12


360
120
60
60°
60
R5
ø160
ø100
ø50
PARABOLA
50
185
6 holes 3 D
8 holes 5 D
ø90
R5
ø15
65
ø45
ø40
ø10
80
ø90
ø30
300
49

الباب الثالث

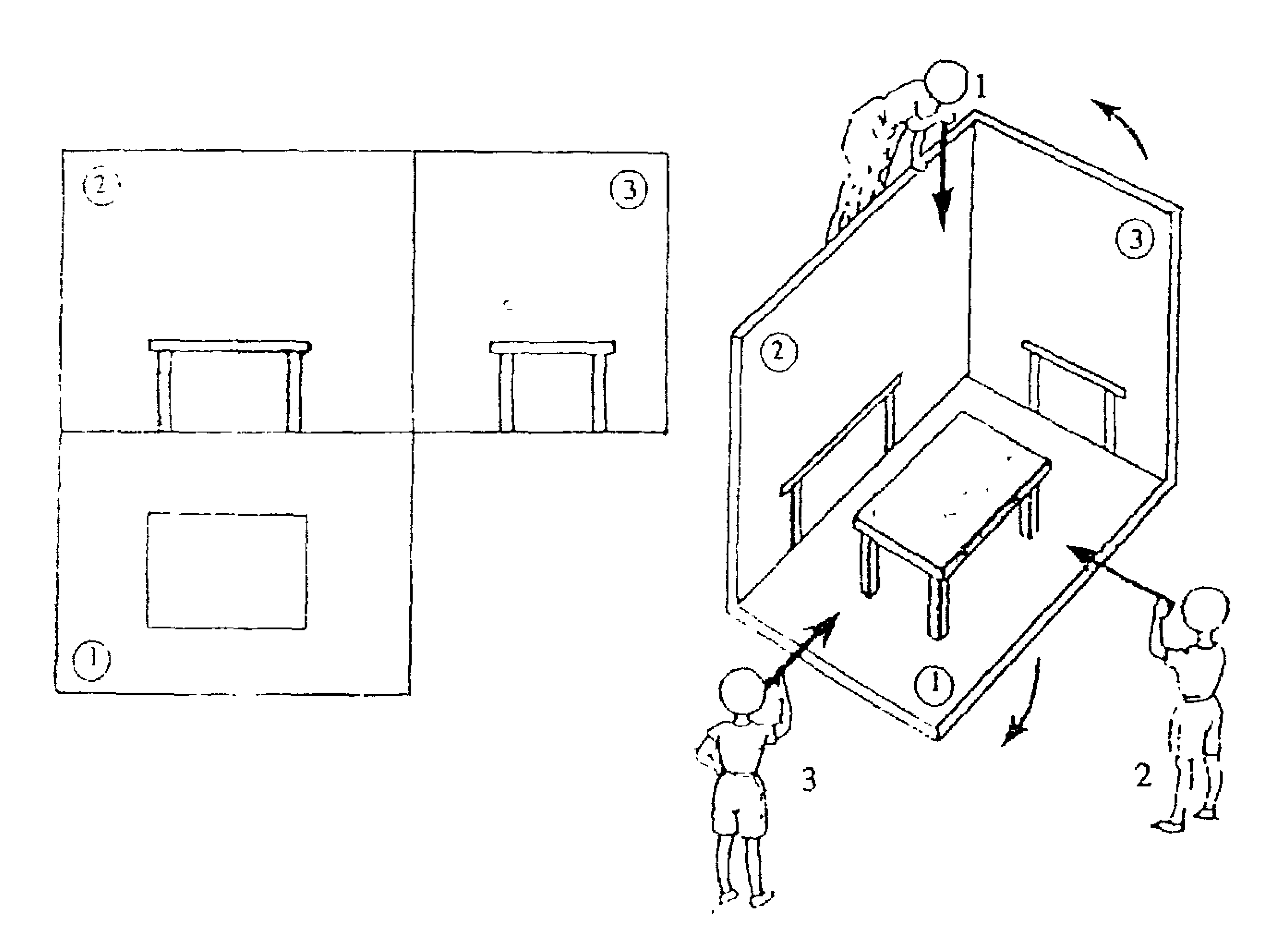
نظرية الإسقاط

Theory of projection

- مقدمه

هناك طريقتان للإسقاط هما : الإسقاط المركزي Convergent projection ويمكن إستخدامه للحصول على ما يسمى بالمنظور الفوتوغرافي والإسقاط المتوازي Parallel Projection والـذي يشـمل الإسـقاط العمـودي Orthographic Progection والإسـقاط الأيزومتـرى Isometric projection والإسقاط المائل Oblique Projection.

والإسقاط العمودي Orthographic Progection هو الوسيلة التي بهـا نحـدد ونرسـم الرسومات الهندسية للأجسام. بإعتبار أن الأشعة البصرية للعين موزعة وخارجية من العين متوازية. وهذا يعنى أن مسقط الجسم عبارة عن الشكل الناتج من سقوط أشعة ضوئية عمودية ومتوازية علـى الجسم. وهو الشكل المحصور لسطح ولحدود الجسم الظاهر للعين. ويتم الإسقاط العمودى كما هـو موضح بشكل (3-1) بتصور وضع الجسم فى الفراغ المحصور بين المستويات الثلاثـة المتقاطعـة وسقوط حزمة ضوئية متوازية ومتعامدة على سطح وحدود الجسم.

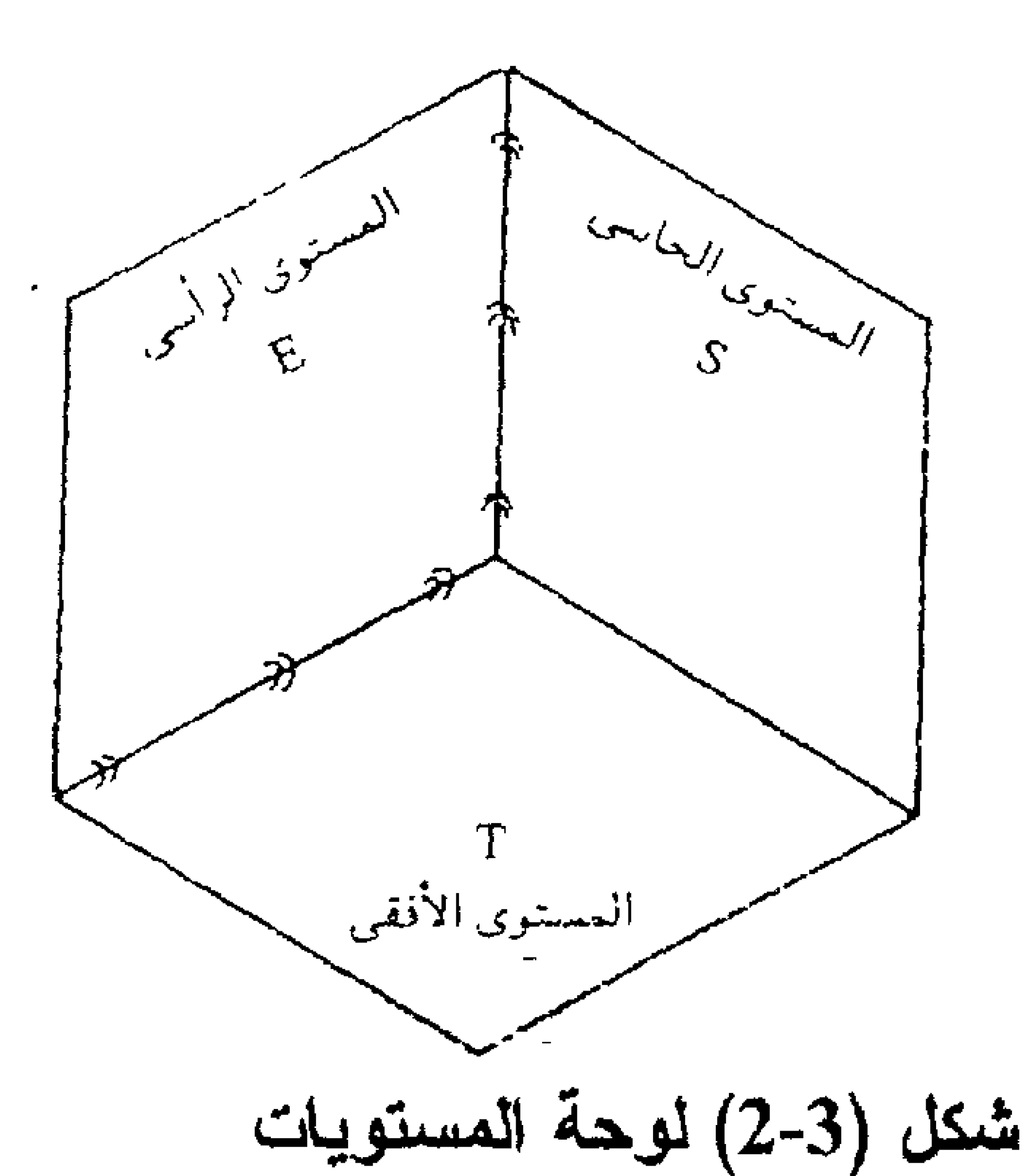


شكل (3-1): الإسقاط العمودى

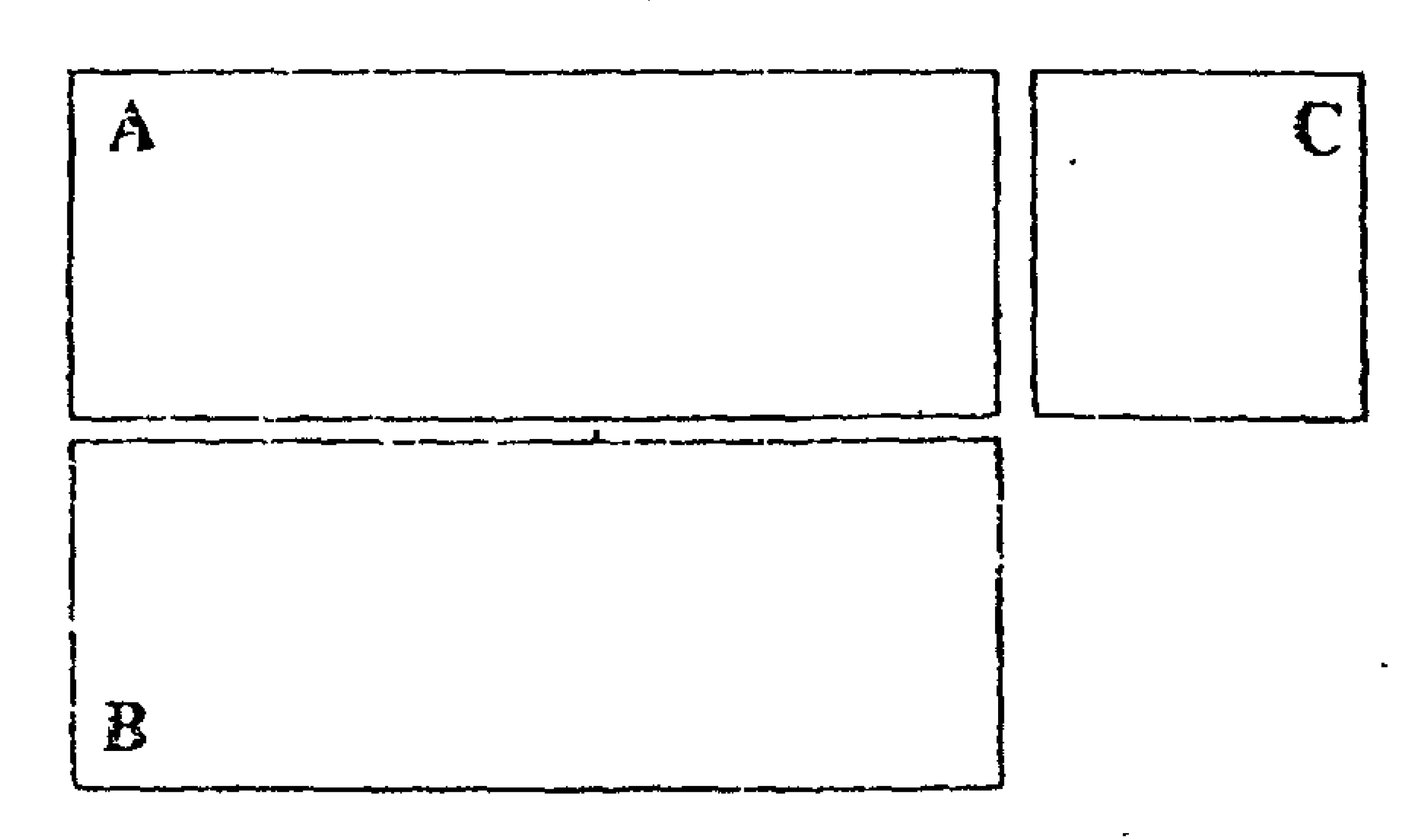
- لوحة المستويات Planes Plate

تستخدم لوحة المستويات كوسيلة إيضاح عند شرح الإسقاط ومبادئه. ويوضح شكل (3-2) رسما لهذه اللوحة وهى مكونة من ثلاث لوحات A ,B,C متصلة ببعضها اتصالا مفصليا.فالمستوى Aالرأسي والمستوى B الأفقي والمستوى C الجانبي.

والجسم يكون في الفراغ بين الثلاثة مستويات.ثم يجرى الإسقاط العمودي له مرة في الإتجاه نحو المستوى الرأسي (لرسم المسقط الرأسي ELEVATION) ومرة ثانية في الإتجاه نحو المستوى الأفقي (لرسم المسقط الافقى PLAN) ومرة ثالثة في الاتجاه نحو المستوى الجانبي (لرسم المسقط الجانبي SIDE VIEW). بعد إتمام عمليات الإسقاط للمساقط الثلاثة على لوحة المستويات تفتح بحيث تكون في مستوى واحد كما يوضح شكل (3-3) لوحة المستويات وهى مفتوحة ومستوية. ويوضح شكل(3-4) ورقة الرسم عند إعتبارها بديلا عن لوحة المستويات عند رسم المساقط وهذا هو المعتاد عند الرسم.



شكل (3-2) لوحة المستويات



(3-3) لوحة المستويات وهى مفتوحة ومستوية

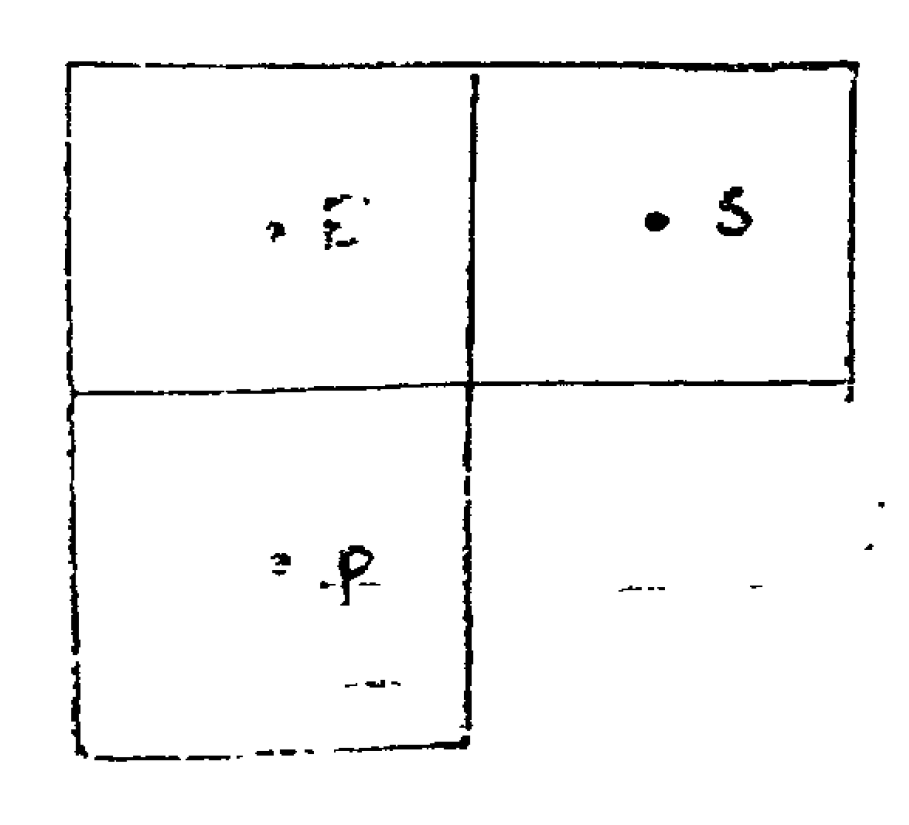
مكان رسم المسقط الجانبى	مكان رسم المسقط الرأسى
مكان لكتابة البيانات	مكان رسم المسقط الأفقى

شكل(3-4) ورقة الرسم

ولكي يتبلور مفهوم الاسقاط العمودي سنوضح فيما يلي اسقاط المكونات الرئيسية لاى جسم هندسي.

– مساقط النقطة

عند دراسة مساقط النقطة نجردها من طولها وعرضها وسمكها. ويوضح شكل (3-5) النقطة موضوعة في الفراغ داخل لوحة المساقط والمساقط الثلاثة لهذه النقطة وذلك بإسقاط أشعة عمودية مارة بها على المستويات الثلاثة فتكون P,S,E هي المساقط الثلاثة.



شكل (3-5): مساقط النقطة

مساقط الخط المستقيم

عند دراسة مساقط الخط نجرده من العرض والسمك ونكتفي بطول الخط فقط. وتكون احد مساقطه نقطة والمسقطين الاخرين مستقيم بالطول الحقيقي له كما هو موضح بشكل (3-6). واذا كان الخط المستقيم يوازى احد مستويات الأسقاط ومائلا على المستوين الاخرين يكون مسقطه في المستوى الموازى مساويا للطول الحقيقي للخط والمسقطين الاخرين باقل من الطول الحقيقي كما يوضح شكل (3-7). اما اذا كان الخط المستقيم في الفراغ مائلا على المستويات الثلاثه وتظهر مسقطها باطوال اقل من الطول الحقيقي للخط المستقيم كما يوضح شكل (3-8).

مسقط السطح المستوى

عند دراسة مساقط السطوح المستوية نجردها من السمك لذا يكتفي دائما بالأبعاد التي تجدد شكل السطح. اذا كان السطح المستوى يوازى أحد مستويات الإسقاط فيكون مسقطه على المستوى الموازى له هو شكل حقيقي للسطح المستوى أما المسقطين الثاني والثالث فيكونا خطوط مستقيمه كما في شكل (3-9).

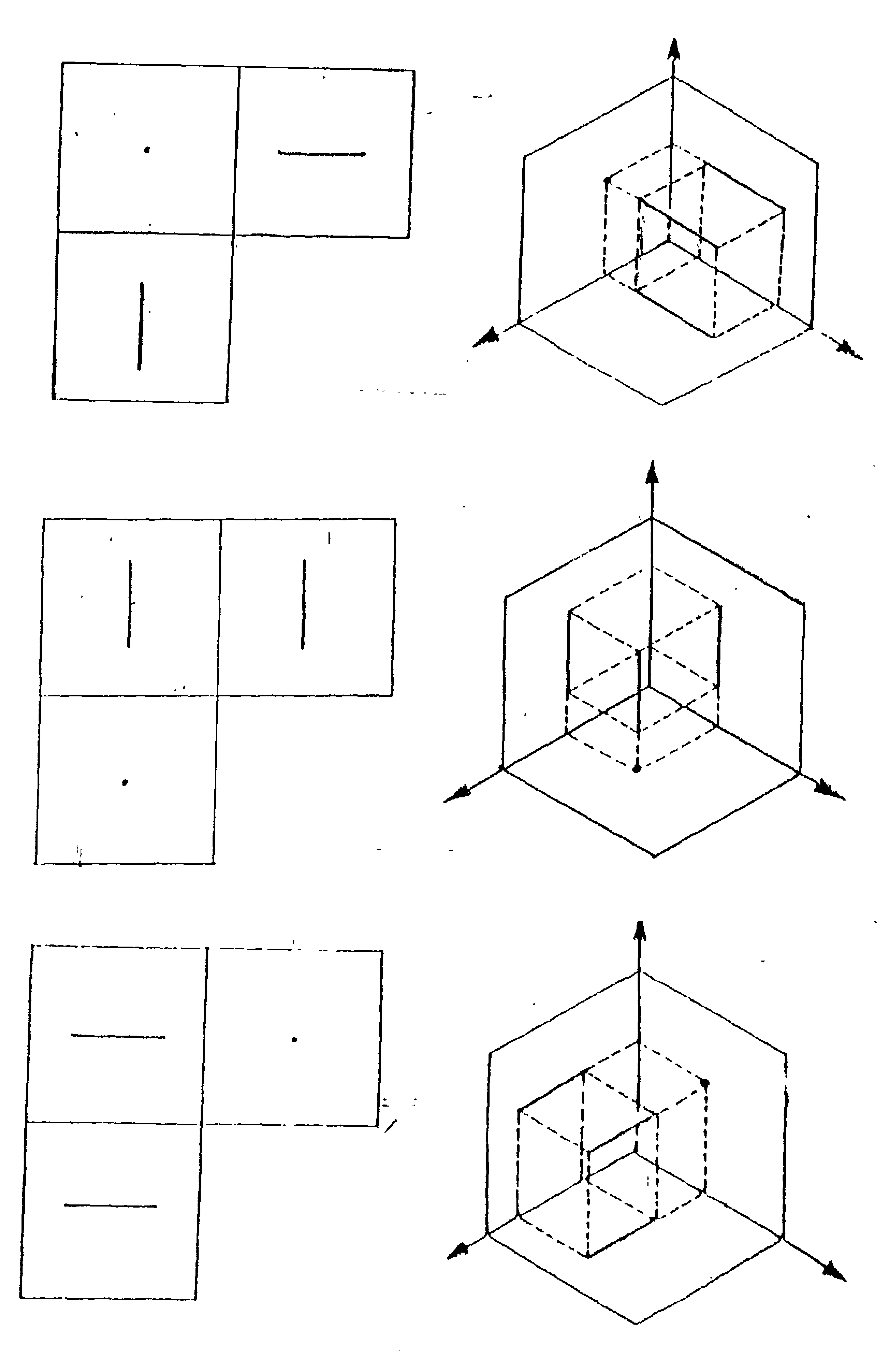
أما اذا كان السطح المستوى عمودي على أحد مستويات الإسقاط مائلا على المستويين الأخريين فيكون مساقطه على صورة خط في مسقط سطح مستوى في المسقطين الثاني والثالث كما في شكل (3-10). أما اذا كان السطح المستوى مائل على المستويات الثلاثة فيكون مساقطه الثلاثة على أسطح مستوية غير حقيقة كما في شكل (3-11).

مساقط الأجسام الهندسية المنتظمة:

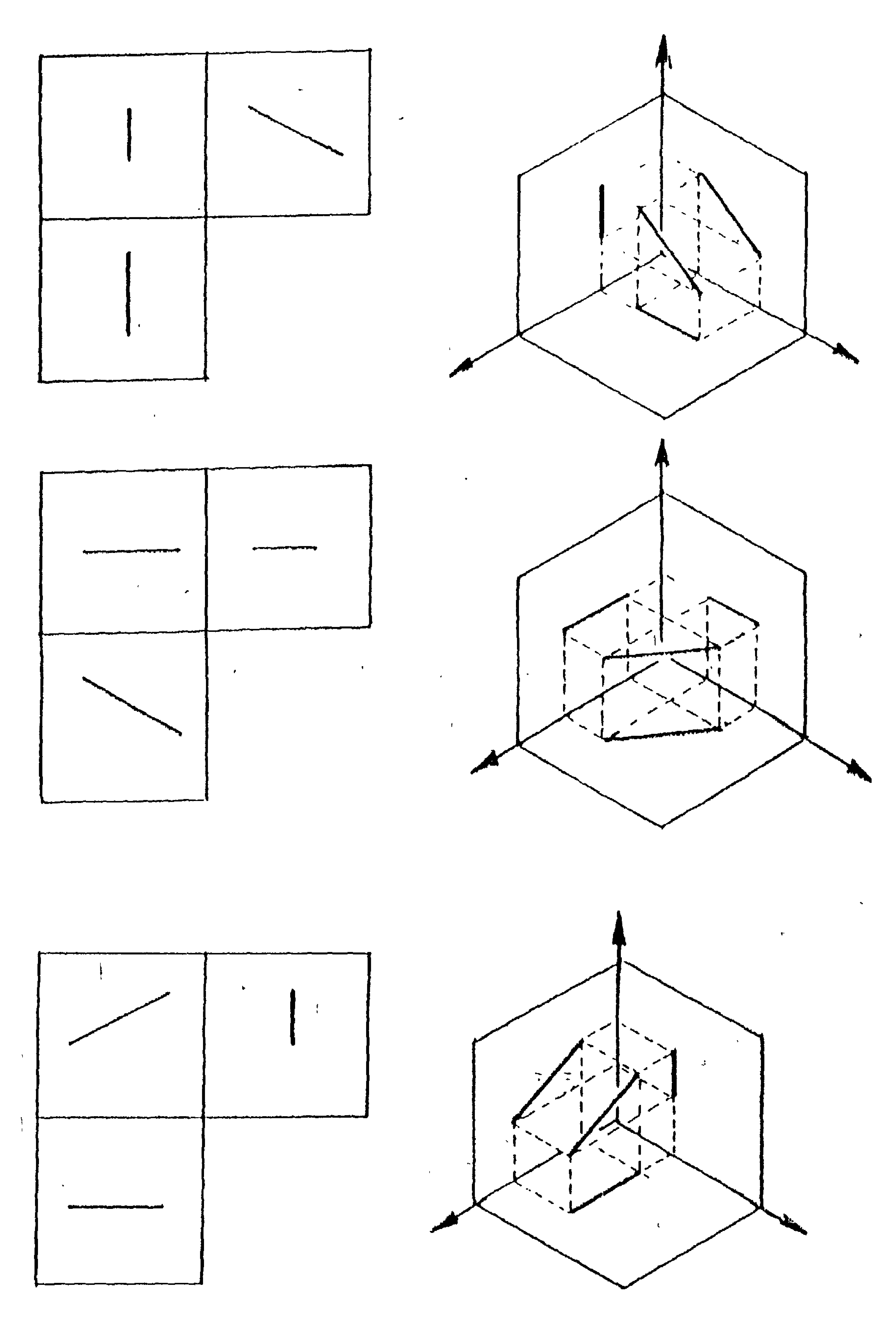
من المعروف ان اى جسم هندسي يتكون من أجزاء من أشكال هندسية منتظمة مثل المكعب، متوازي المستطيلات ، الكرة ، الهرم ، المخروط ، المنشور ، الاسطوانة وغيرها او مكونات مختلطة من هذه الأشكال. كما ان بعض الأجسام الهندسية تحتوى على أجزاء منحنية او اجسام ذات طابع خاص مثل السواند او الأعصاب WEBS وقبل ان ندخل في إسقاط الأجسام المركبة سنبدا بدراسة إسقاط هذه المكونات الرئيسية في أوضاع خاصة حتى يستوعب الدارس الأجسام معقدة التكوين.

- اسقط المكعب

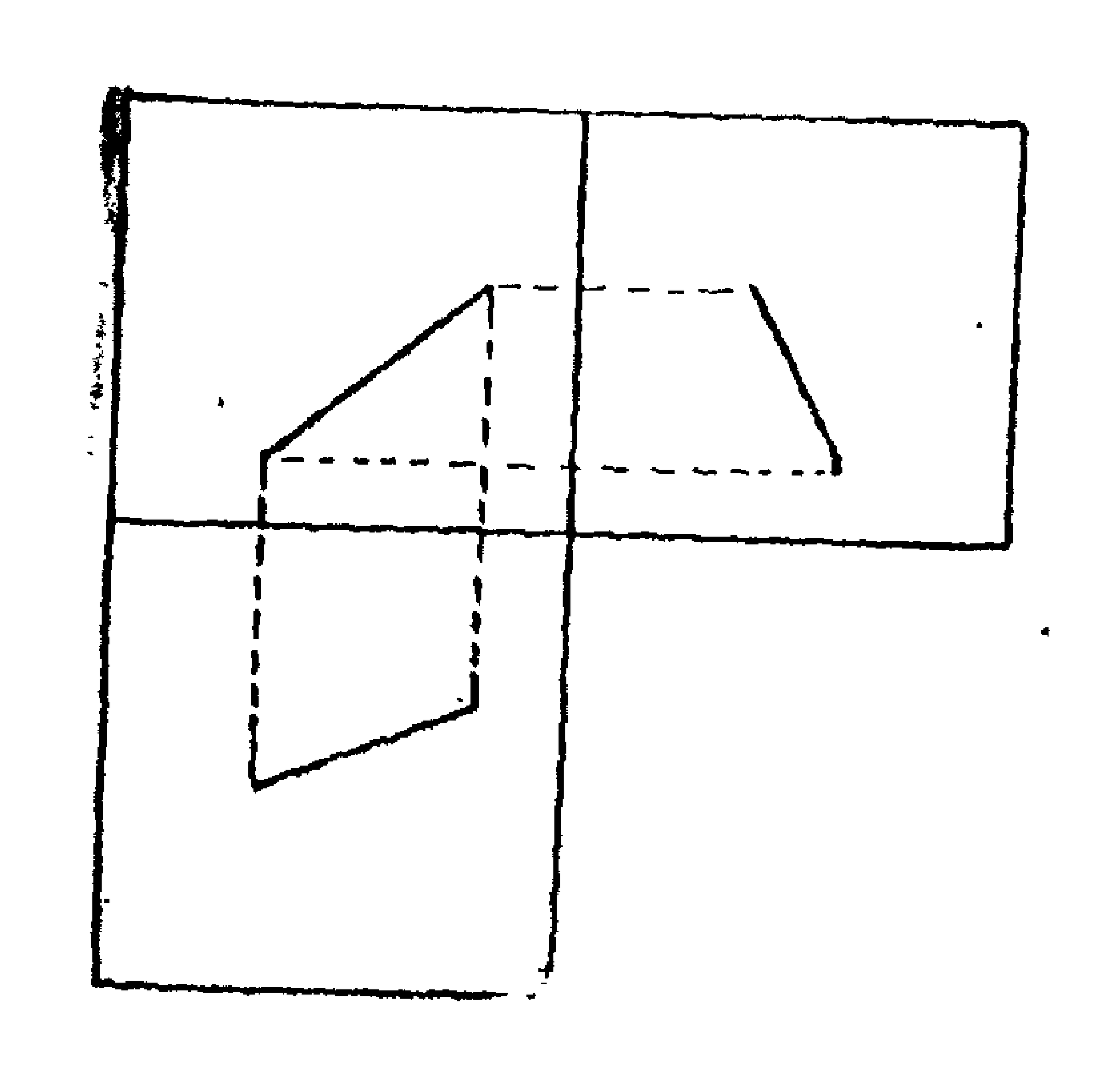
يوضح شكل (3-12) المساقط الثلاثة للمكعب ويلاحظ ان اوجه المكعب في كل مسقط من المساقط تظهر على شكل مربع .

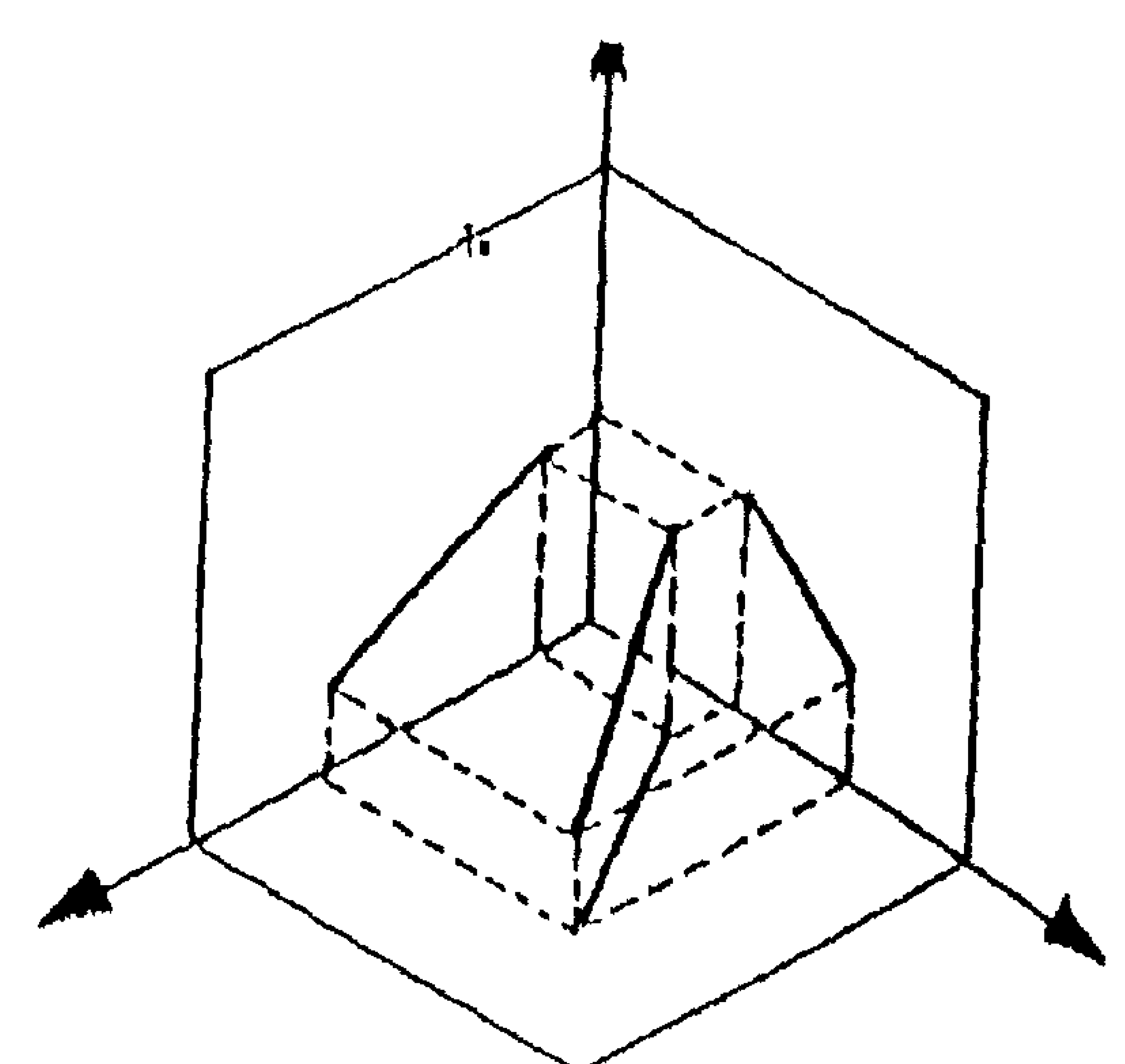


شكل (3-6): مساقط الخط المستقيم

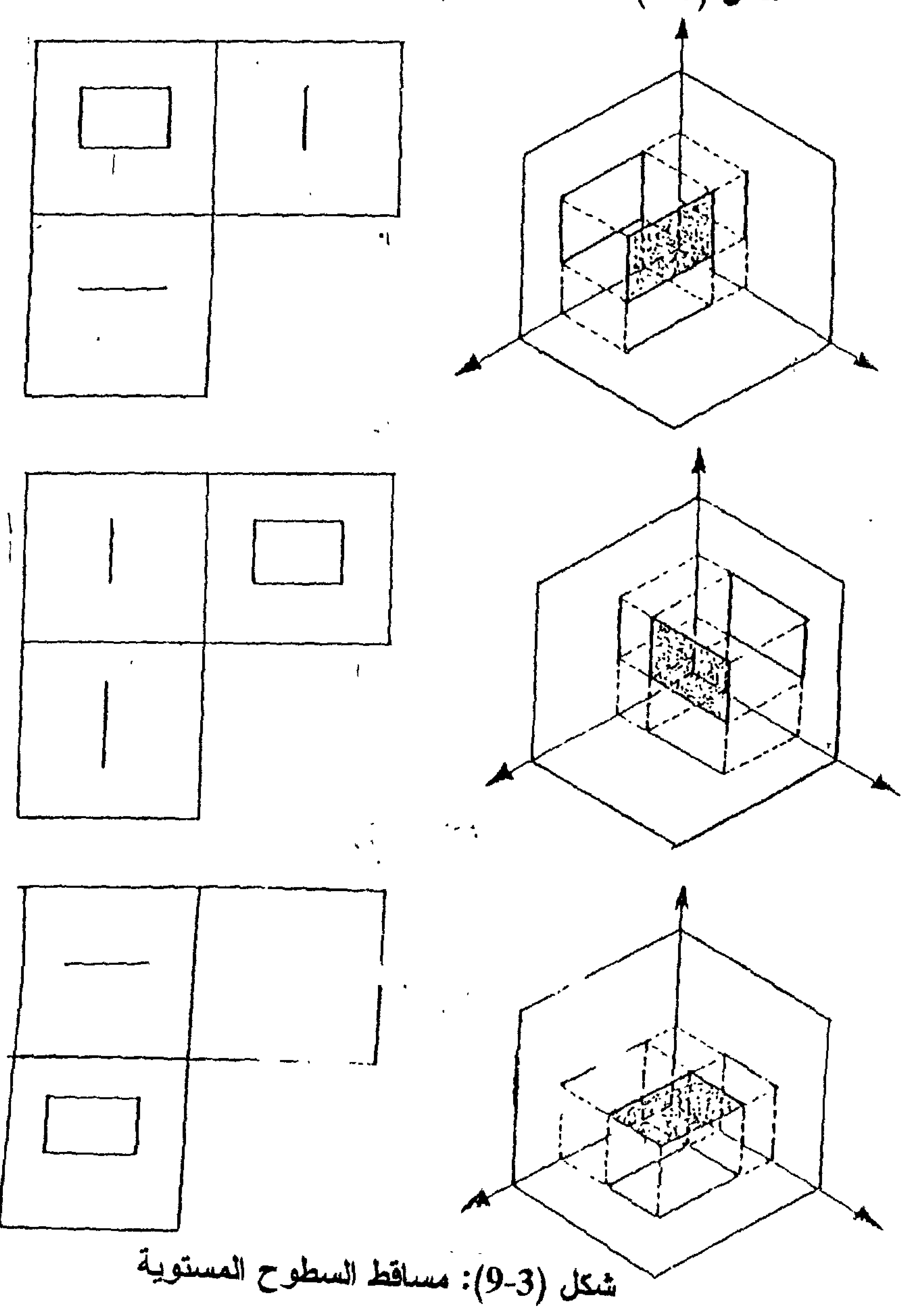


شكل (3-7): الخط المستقيم يوازى احد مستويات ومائلا علىّ المستوين الاخرين

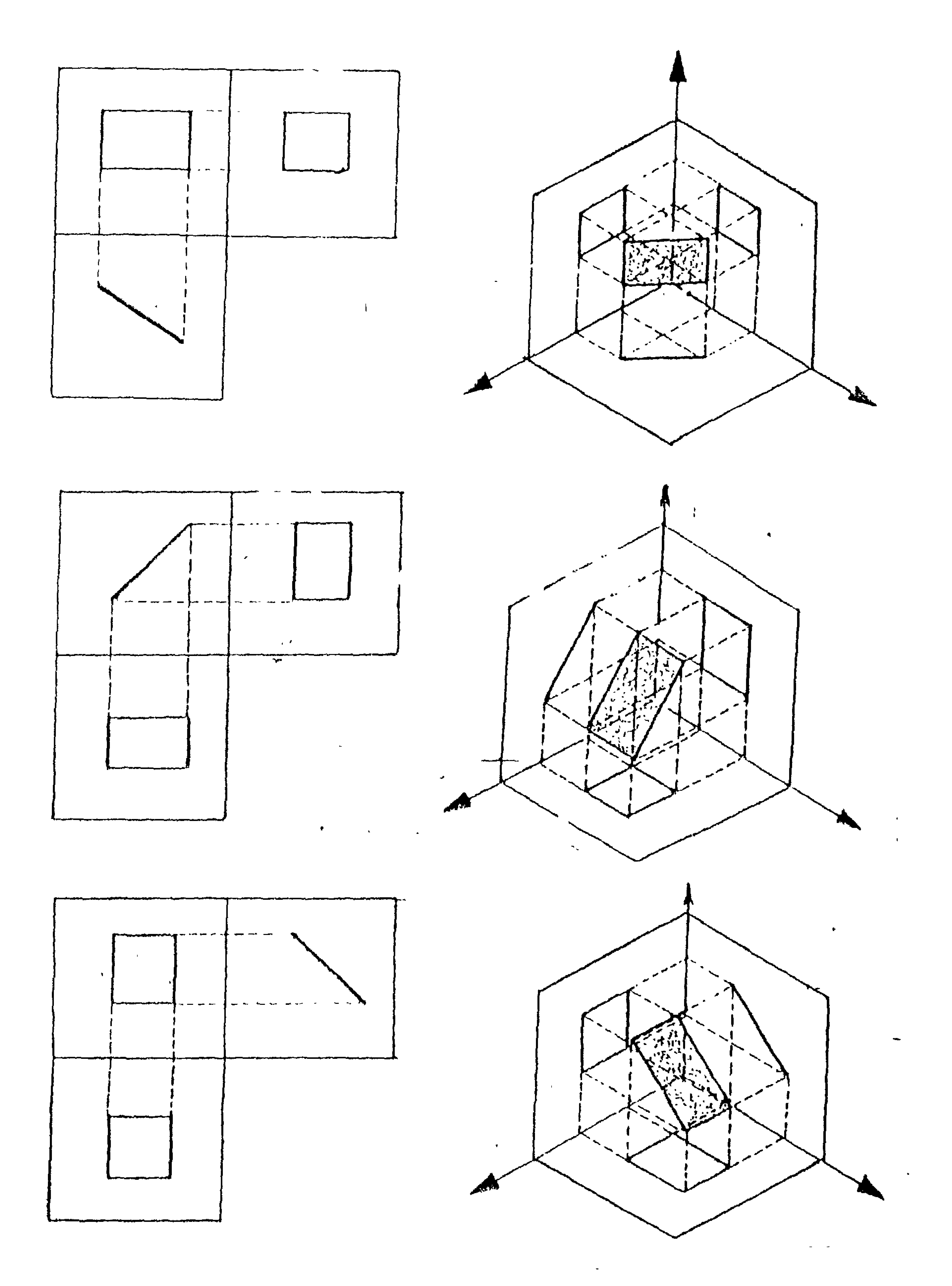




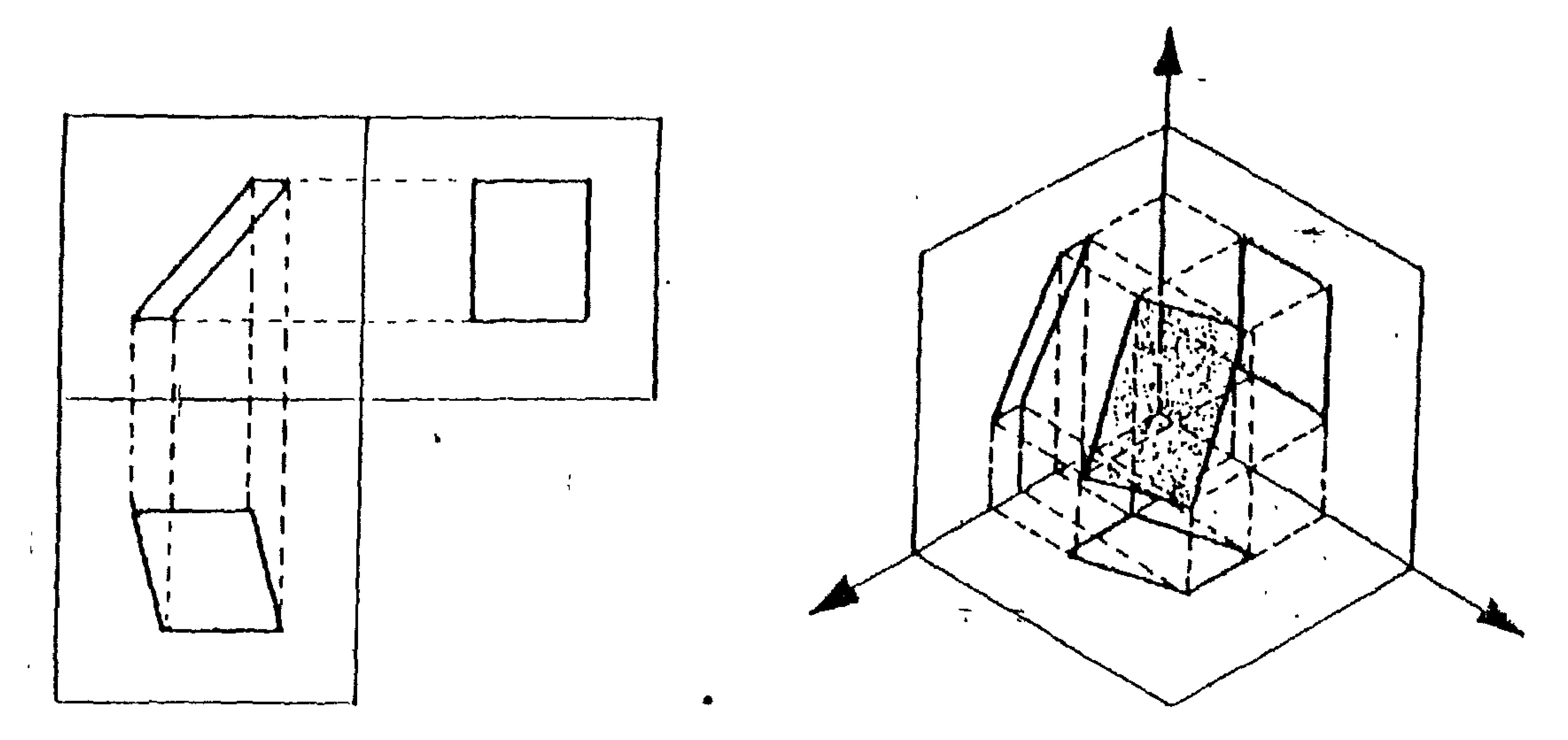
شكل (3-8): الخط المستقيم مائلا على المستويات الثلاثة



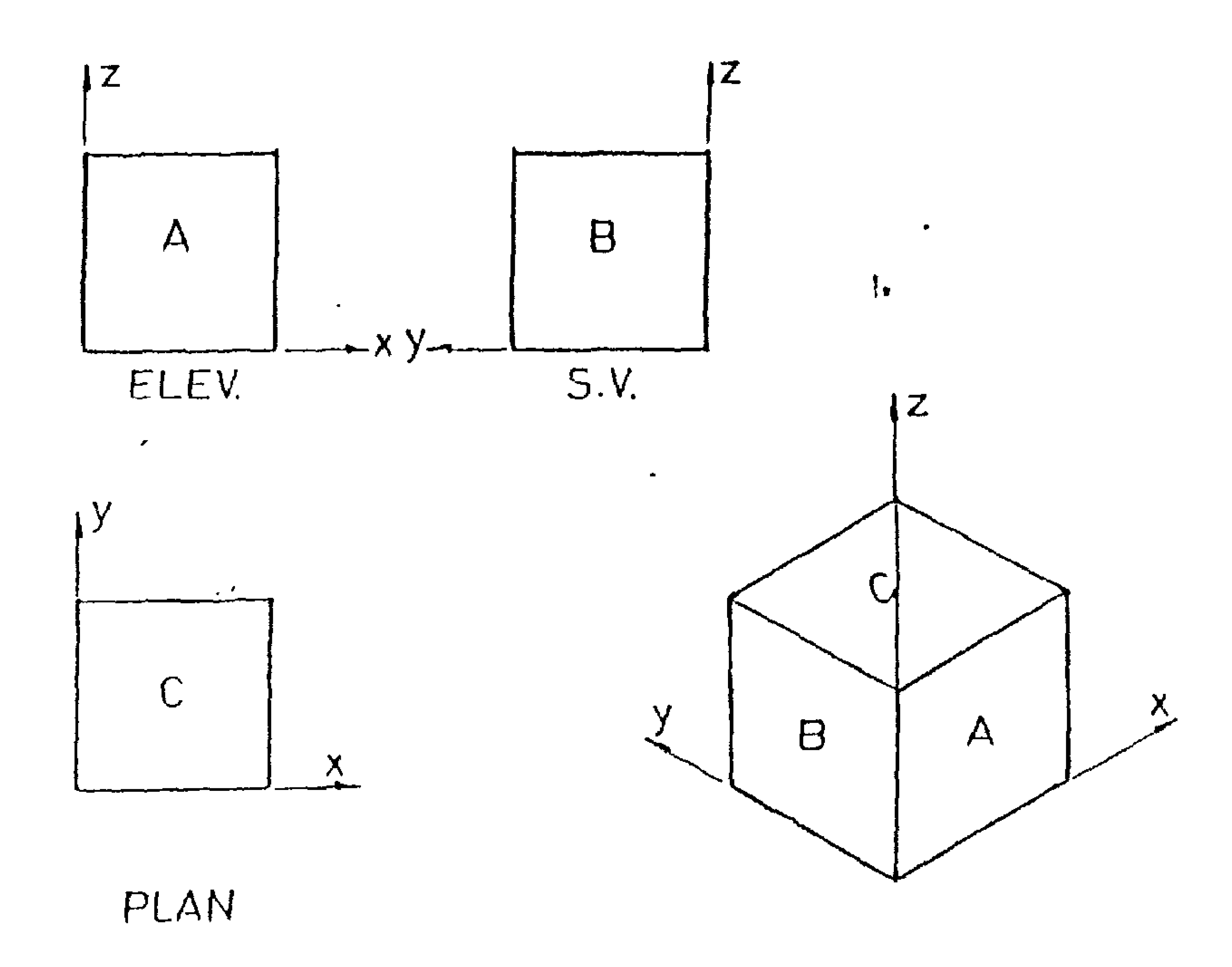
شكل (3-9): مساقط السطوح المستوية



شكل (3-10): مساقط السطوح المستوية



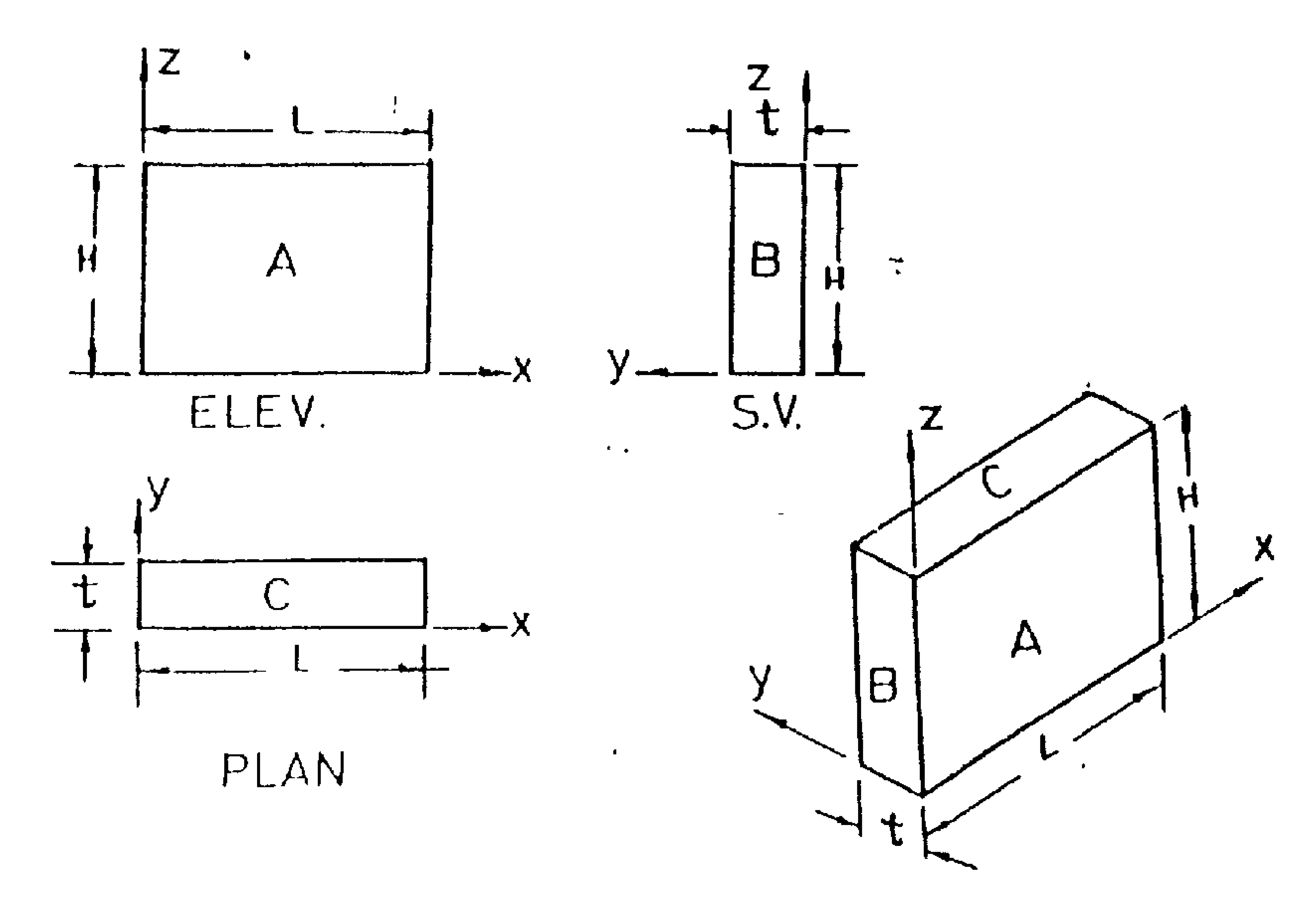
شكل (3-11): السطح المستوى مائل على المستويات الثلاثة



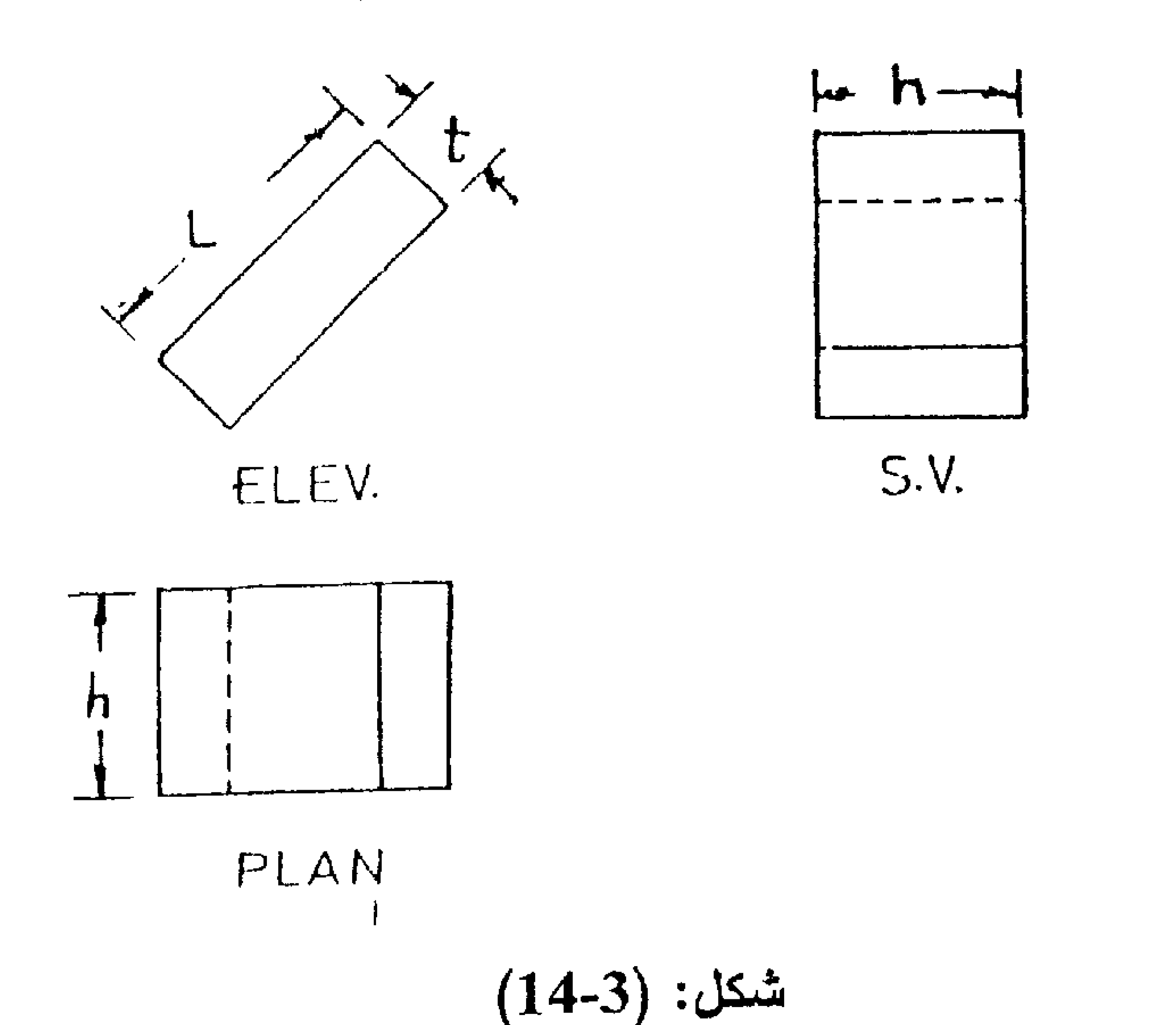
شكل (3-12): اسقط المكعب

- اسقط متوازى المستطيلات

كما يوضح شكل (3-13) المساقط الثلاثة لمتوازي مستطيلات ويلاحظ ان كل مسقط ظهر بشكل مستطيل ويجب ملاحظة الإبعاد المشتركة بين كل مسقطين. أما اذا كان متوازى المستطيلات فى وضع خاص كما هو موضح بشكل (3-14) فان علاقة الابعاد المباشرة بين المساقط تختلف عن الحالة الاولى ويلاحظ فى هذه الحالة ظهور أحرف مختفية Hidden lines .



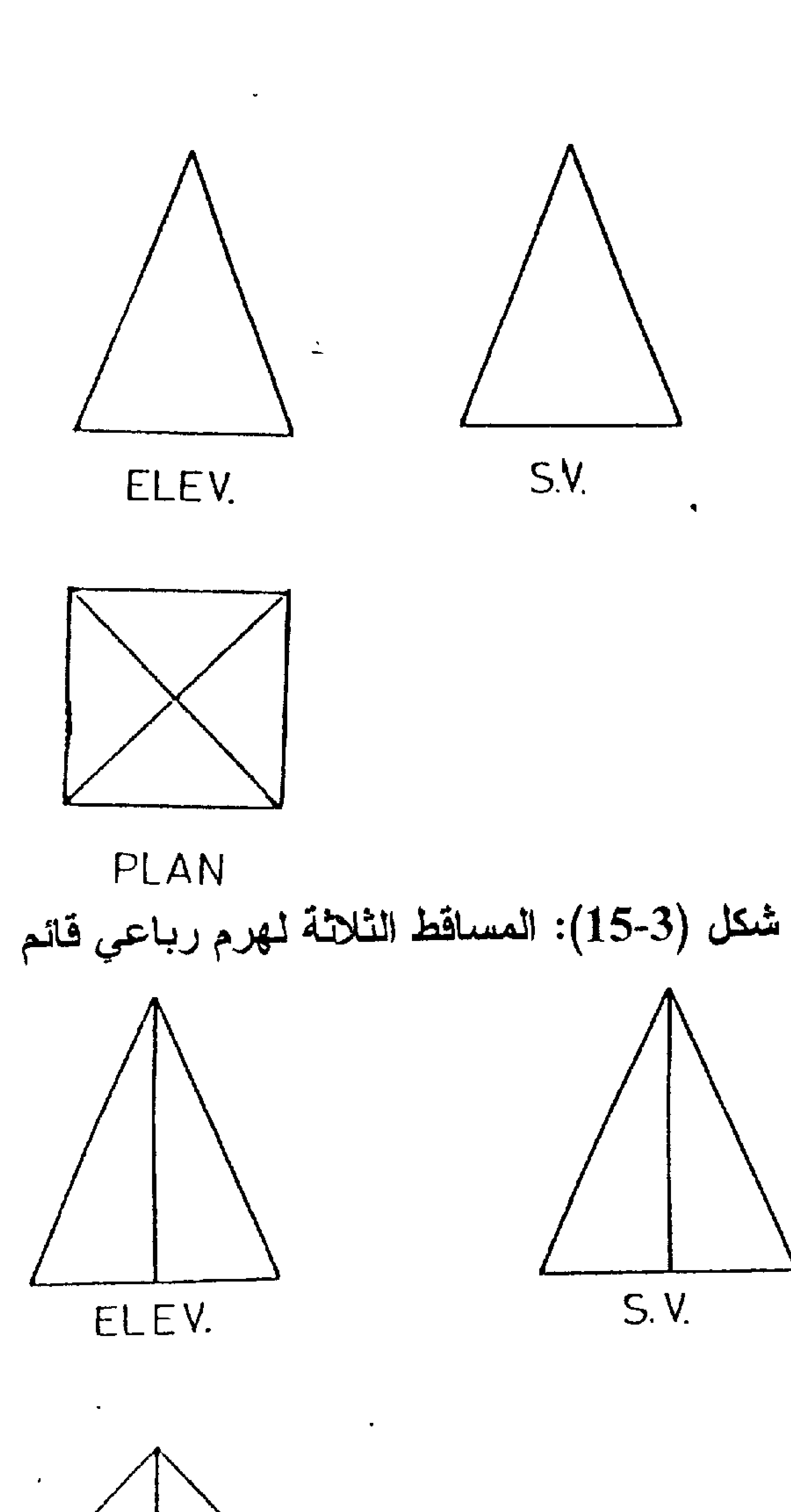
شكل (3-13): المساقط الثلاثة لمتوازي مستطيلات



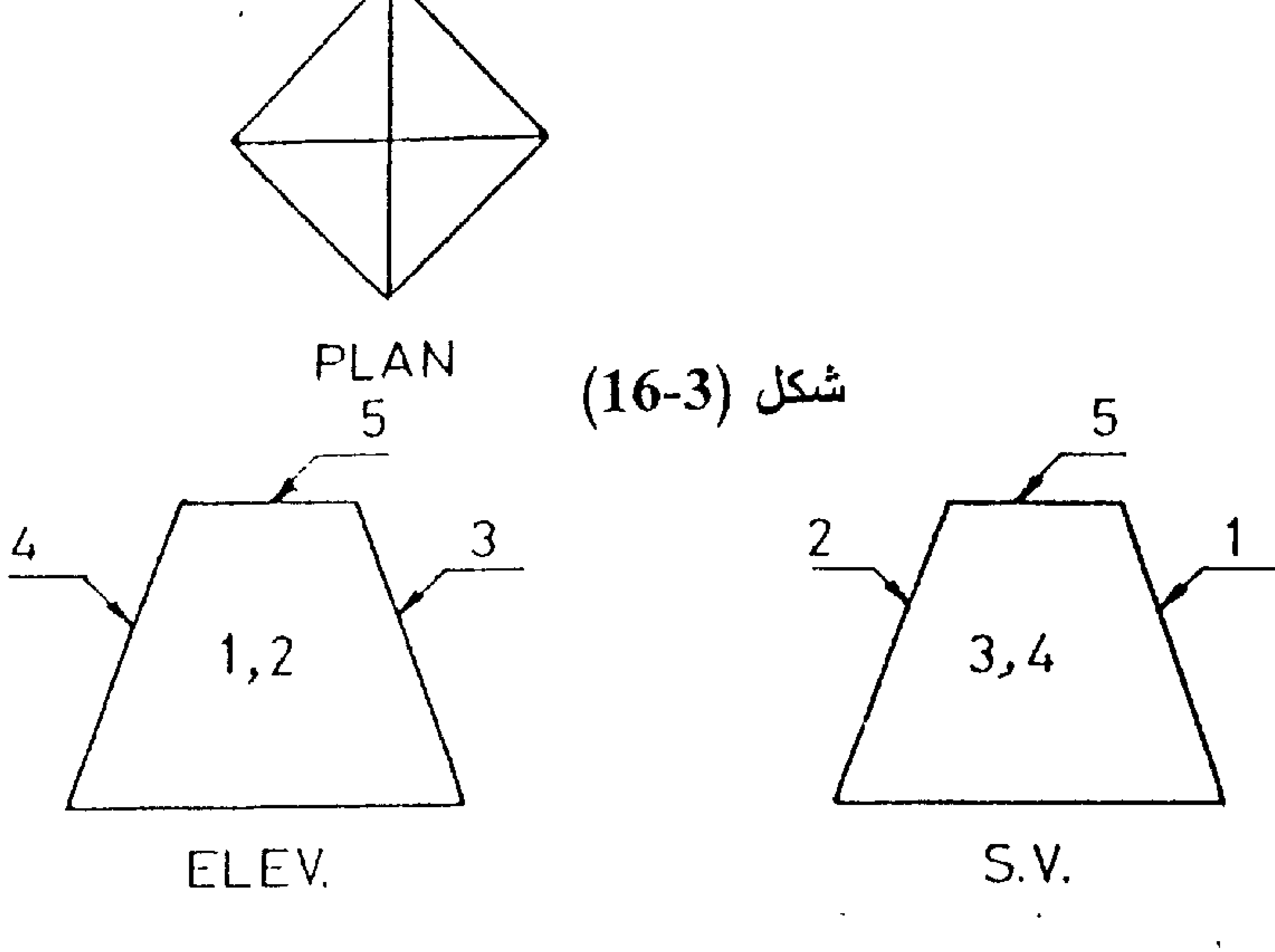
شكل: (3-14)

- اسقط الهرم

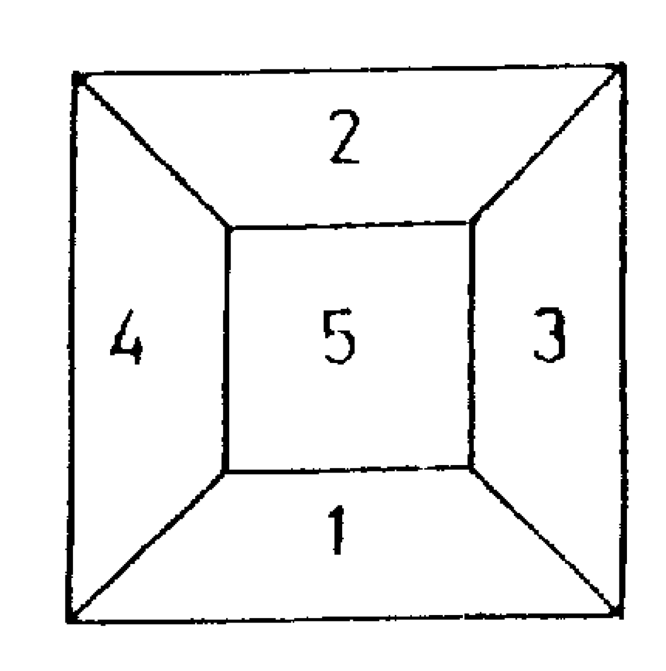
يوضح شكل (3-15) المساقط الثلاثة لهرم رباعي قائم محوره عمودي على المستوى الأفقي يظهر الهرم في كل من المسقطين الراسي والجانبي على شكل مثلث وهو يمثل احد اوجه الهرم كما يظهر في المسقط الافقى على شكل مربع قطراه هما احرف المربع. اما شكل (3-16) فيعطى مثالا اخر في حالة ما اذا كان حرفان من احرف الهرم يوازيان المستوى الراسي (وجهان). كما يوضح شكل (3-17) المساقط الثلاثة لهرم ناقص مسقطه الراسي شبه منحرف يميل الواجهين (1.2) بينما الوجهان (3.4) يمثلان المسقط الجانبي. ويلاحظ ايضا ان احرف الهرم في هذه الحالة تمثل في المسقط الافقى بمستقيمات تصل بين رؤوس القاعدتين.



شكل (3-15): المساقط الثلاثة لهرم رباعي قائم



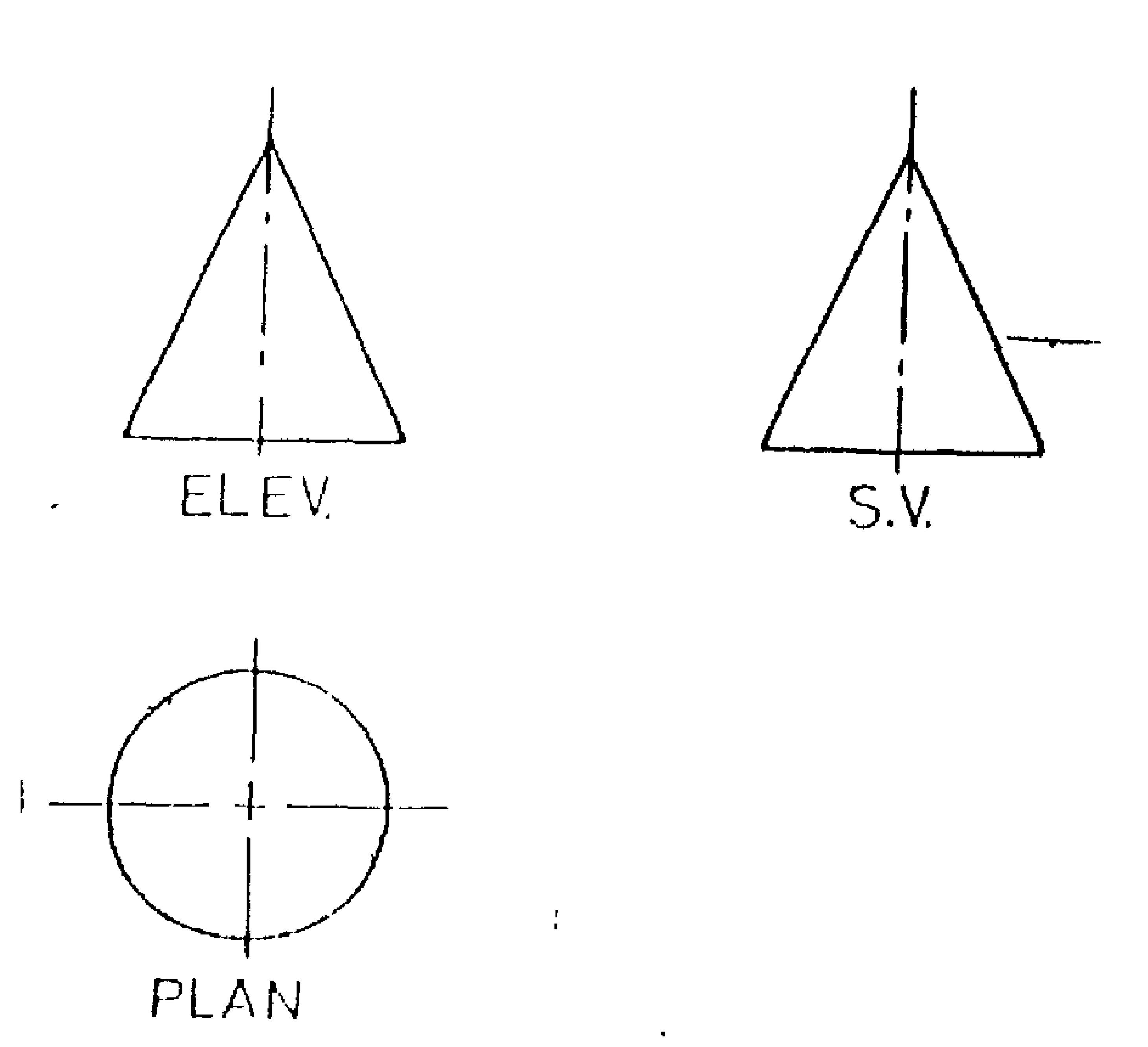
شكل (3-16)



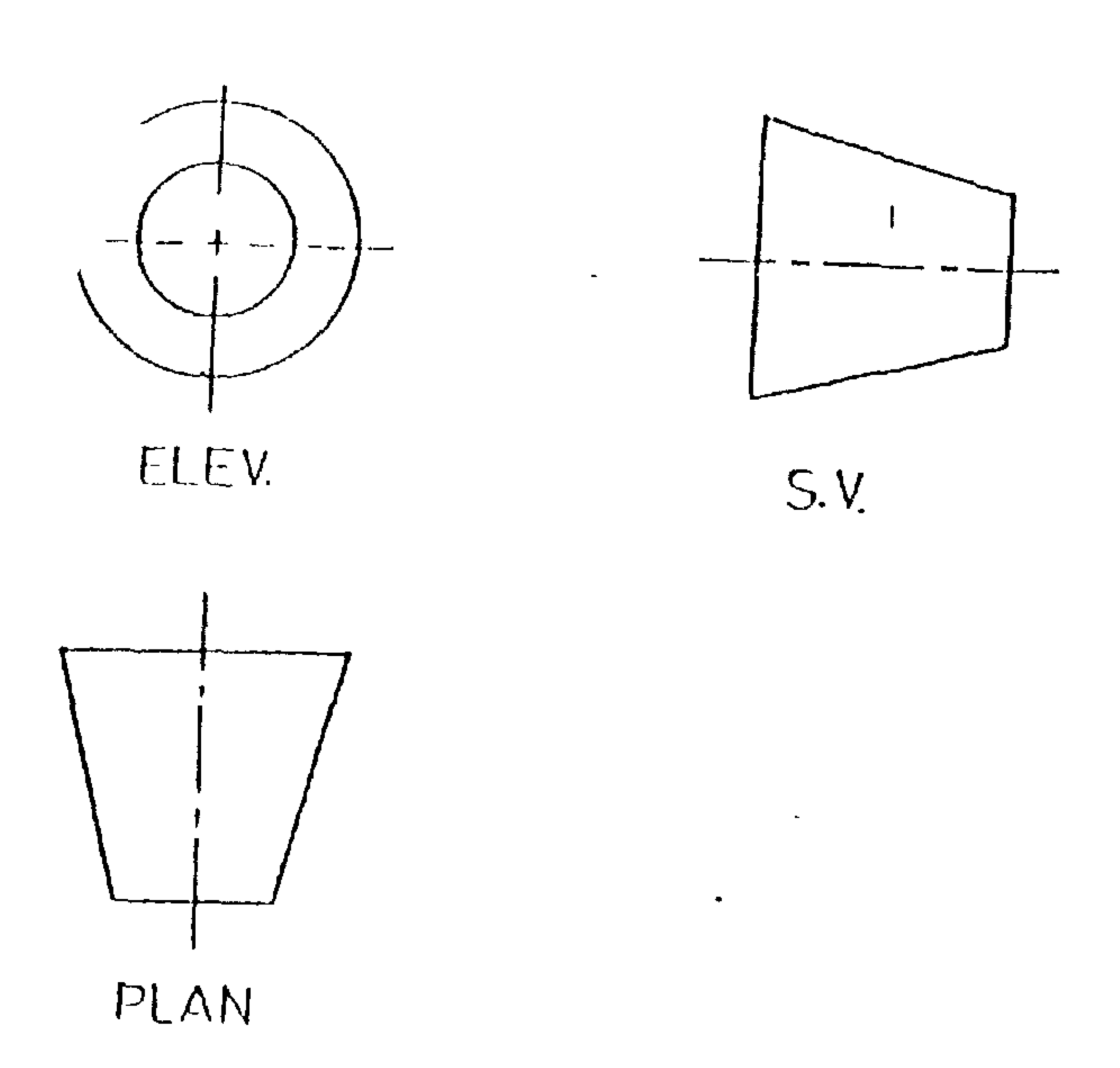
شكل (3-17) : المساقط الثلاثة لهرم ناقص

- اسقط المخروط

ويوضح شكل (3-18) المساقط الثلاثة لمخروط دائري قائم محوره عمودي على شكل دائرة. بينما يظهر المخروط على شكل مثلث متساوي الساقين في كل من المسقطين الراسي والجانبي ، طول قاعدته تساوى قطر دائرة قاعدة المخروط. كما يوضح شكل (3-19) المساقط الثلاثة لمخروط قائم ناقص محوره عمودي على المستوى الراسي وفيه يكون المسقط الراسي عبارة عن دائرتين متحدتين في المركز بينما في المسقط الأفقي والجانبي فيظهر المخروط الناقص على شكل شبه منحرف قاعدته الكبرى تساوى قطر الدائرة الكبرى والقاعدة الصغرى.



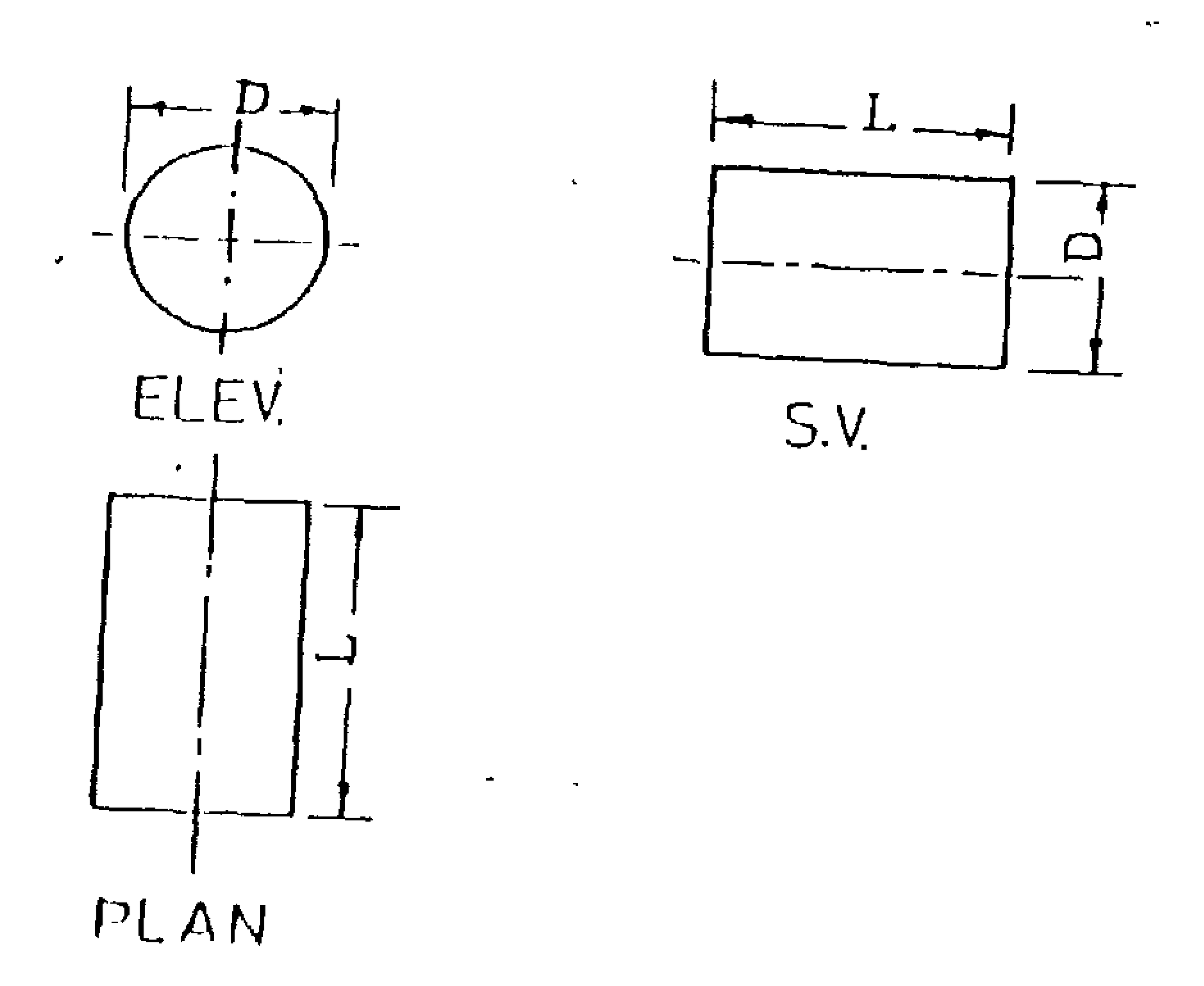
شكل (3-18): المساقط الثلاثة لمخروط دائري قائم



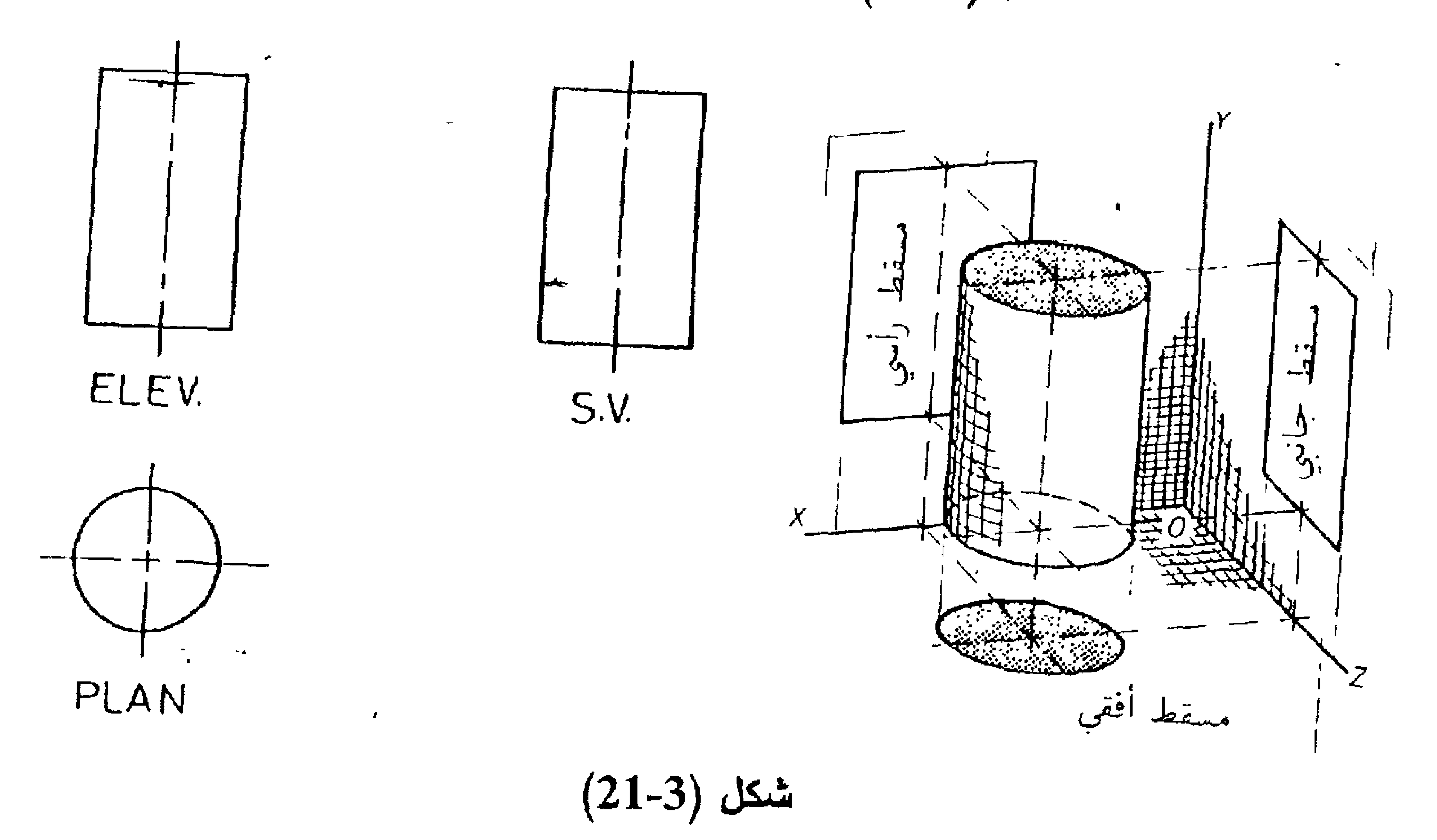
شكل (3-19): المساقط الثلاثة لمخروط قائم ناقص

- اسقط الاسطوانة

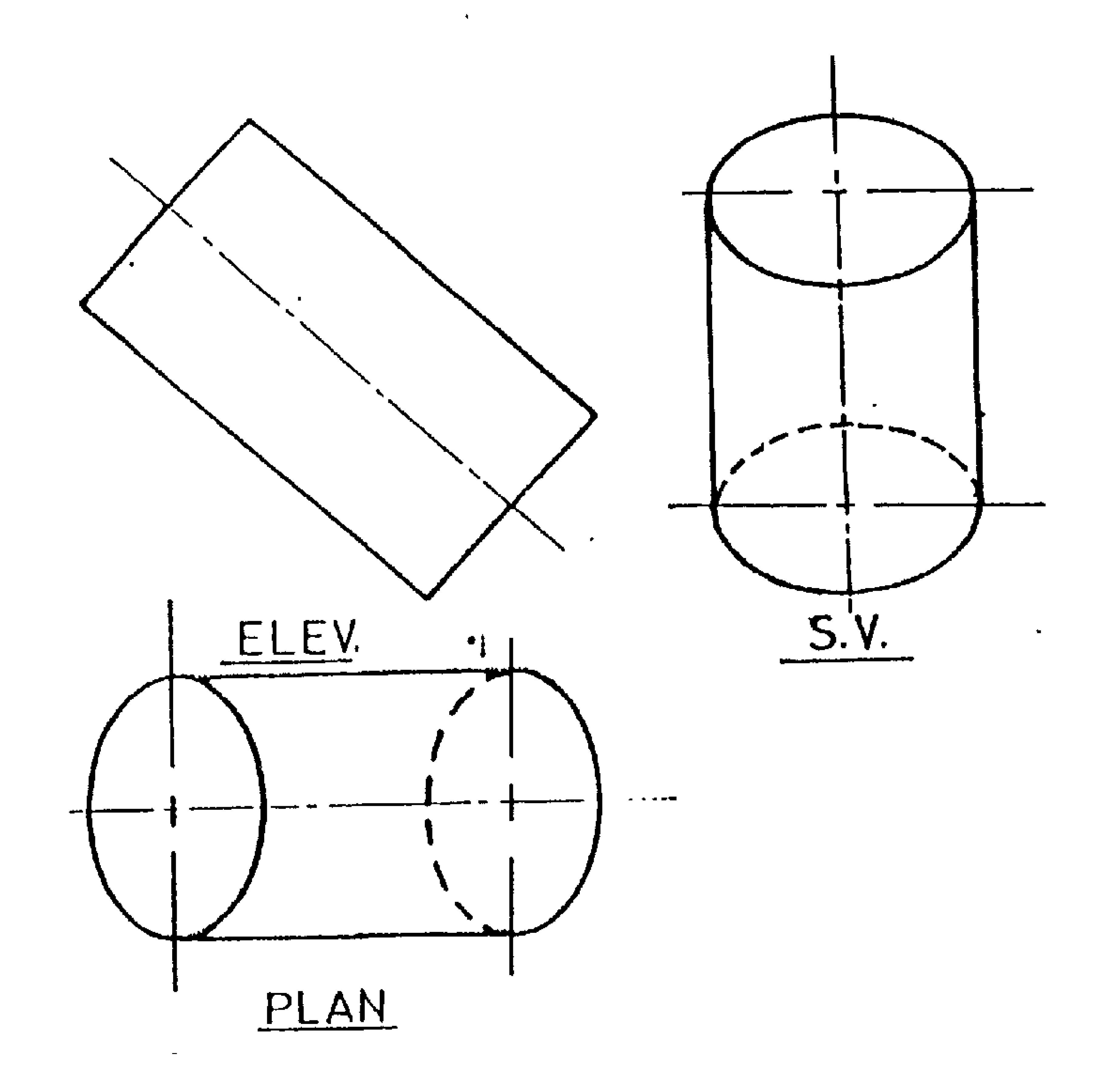
ويوضح شكل (3-20) المساقط الثلاثة لاسطوانة قائمة محورها عمودي علـــى المســـتوى الراسي. فيظهر المسقط الراسي عبارة عن دائرة. بينما نجد ان جميع رواسم السطح قد ظهرت فـــي المسقط الافقى والجانبي عبارة عن مستطيل ابعاده (D,L) حيث D هو قطر قاعدة الاسطوانة و L هو ارتفاع الاسطوانة. أما اذا كان محور الاسطوانة عمودي على المستوى الأفقـــي او الجـــانبي فـــان المساقط الثلاثة للاسطوانة كما يوضح شكل (3-21). وفى بعض الاحيان لا يكون محور الاسطوانة عموديا على احد مستويات الاسقاط كما هو موضح في شكل (3-22) ، فيظهر المسقط الراسي على شكل مستطيل .. بينما تظهر قاعدتا الاسطوانة في المسقطين الافقى والجانبي على شـــكل قطعتـــين ناقصتين ، في كل منهما طول المحور الاكبر هو طول قطر قاعدة الاسطوانة والمحور الاصغر يحدد بالاسقاط.



شكل (3-20): المساقط الثلاثة لاسطوانة قائمة



شكل (3-21)



شكل (3-22) : المساقط الثلاثة لأسطوانة محورها لا يكون عموديا على احد مستويات الاسقاط

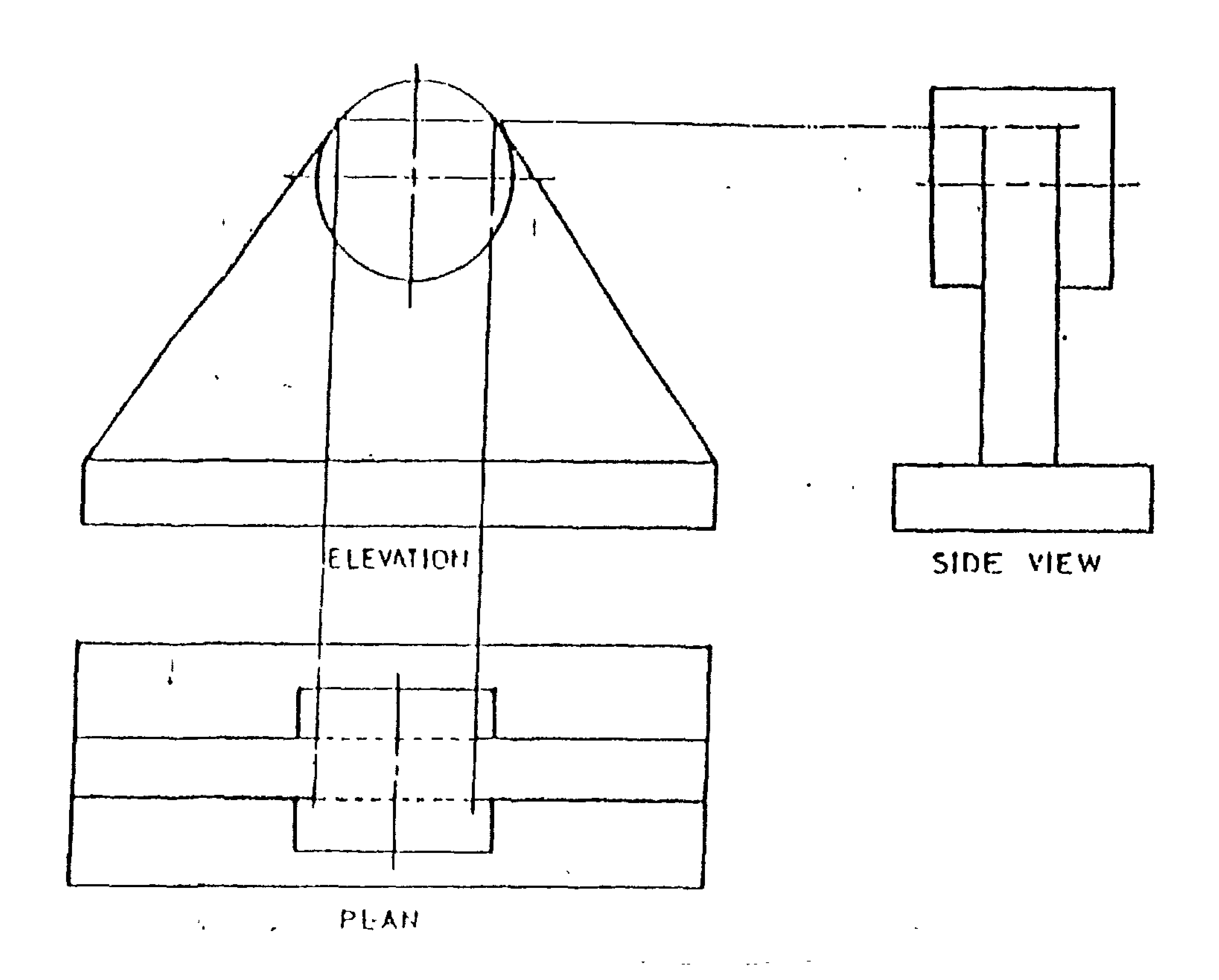
- تمثيل الخطوط المختفية

في أي جسم هندسي نجد خطوط وأحرف مختفية لا تظهر في المساقط عند النظر للجسم في اتجاه الإسقاط. وتمثل هذه الخطوط في المساقط بخطوط متقطعة.

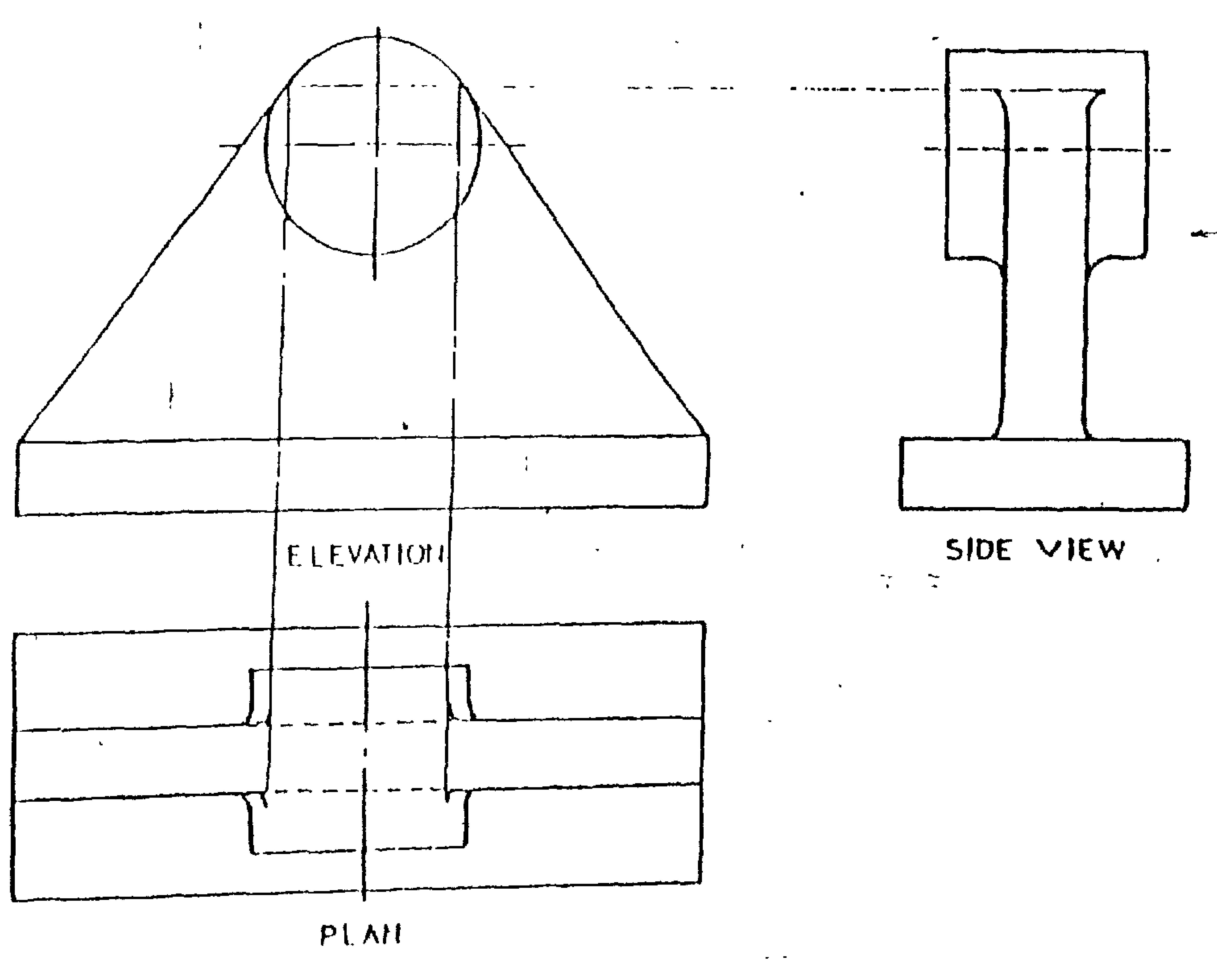
-إسقاط الأعصاب Projection of Webs

الأعصاب هى عناصر فى الجسم الهندسى فائدتها ربط أجزائه ببعضها أو تقوية الجسم وعادة ما تكون الأعصاب ذات أحرف مائلة أو منحنية وذات سمك صغير.

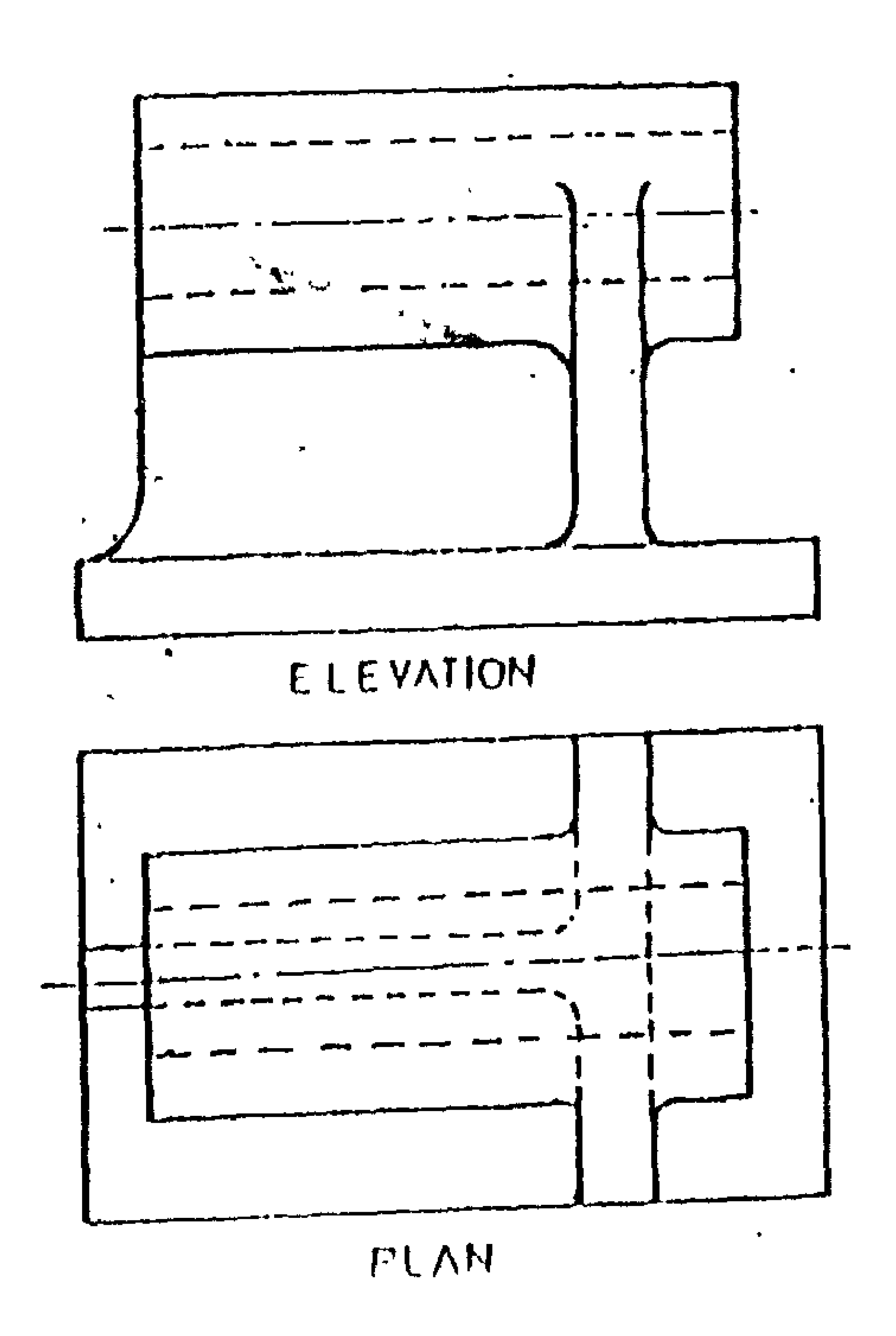
ومن الامثلة لتواجد الأعصاب هو ارتكاز الأسطوانة عليها واتصالها بقاعدة الجسم الهندسى وقد ترتكز الأسطوانة على عصب فى الاتجاه الطولى لمحورها أو ترتكز على عصب فى اتجاه عمودى على محورها كما يوضح شكل (3-23) . ويوضح فى شكل (3-24) إسقاط العصب فى حالة وجود أركان دورانية عند نهايتى التقاء العصب مع سطح الأسطوانة. . ويوضح فى شكلى (3-25) و(3-26) إسقاط العصب فى حالة وجود عصبين أحدهما فى الاتجاه الطولى والأخر عمودى عليه.

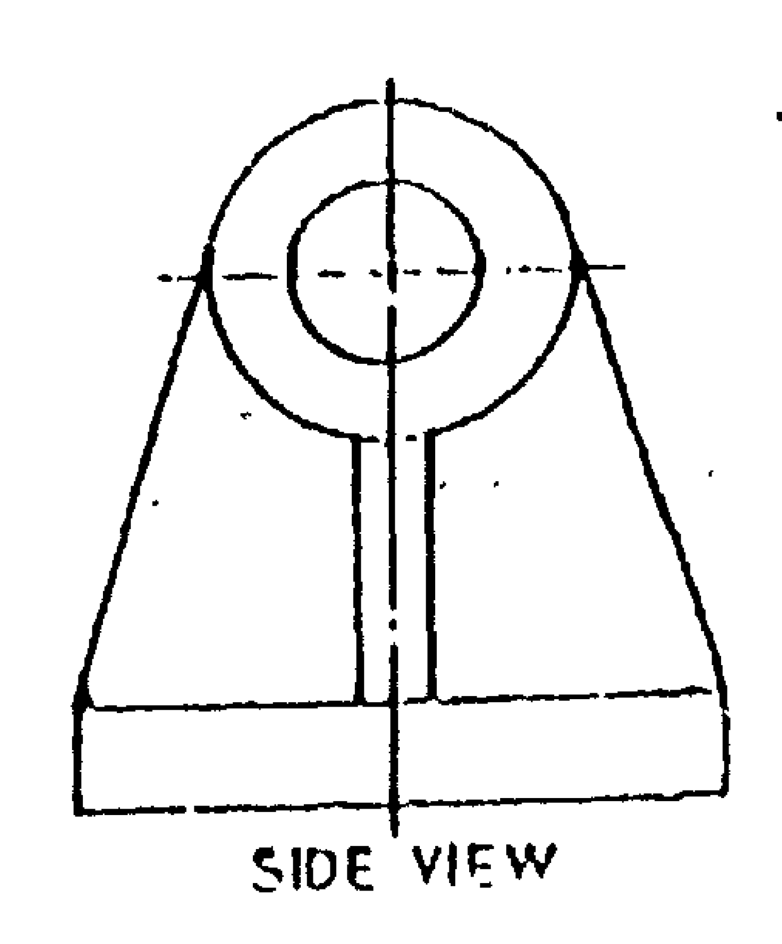


شكل (23-3)

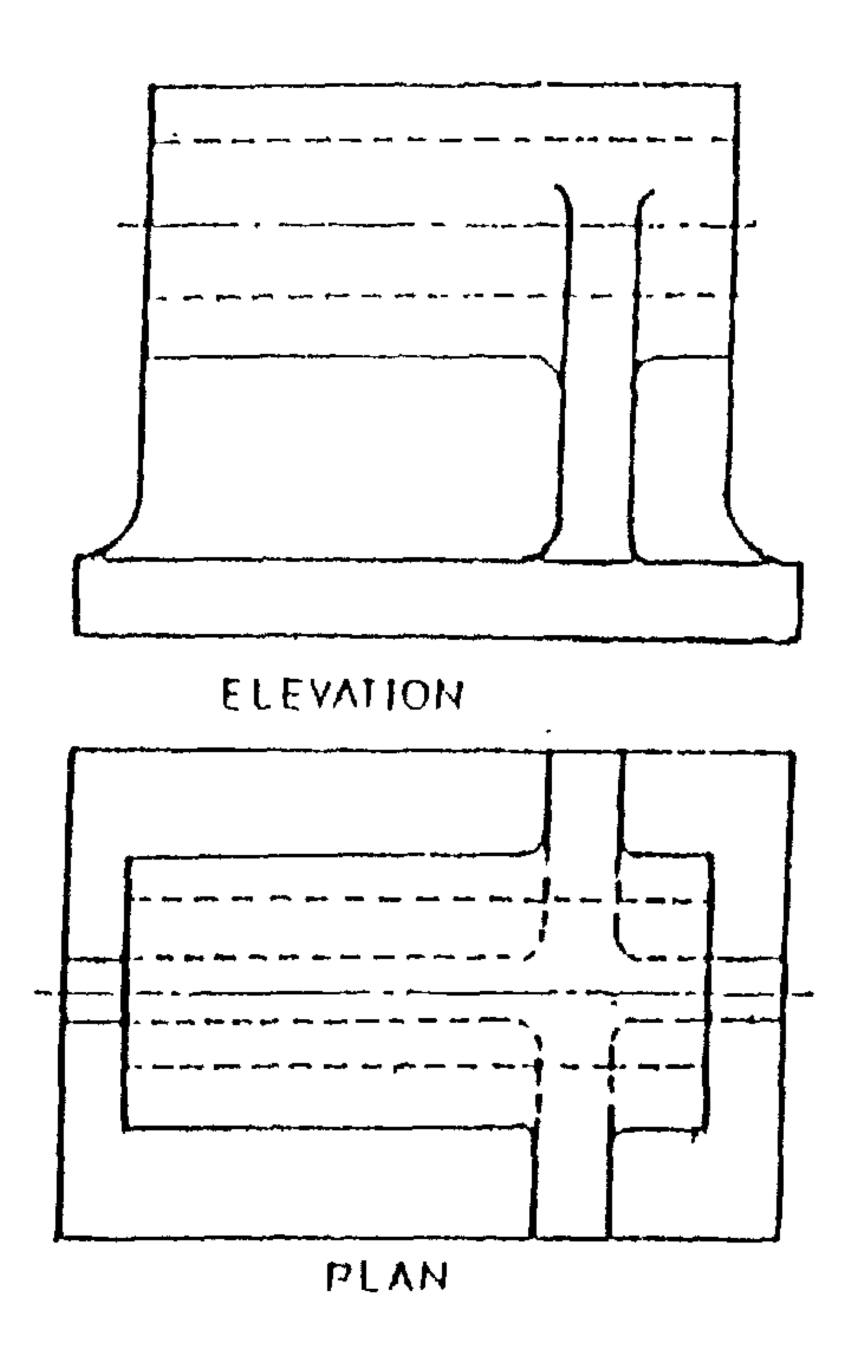


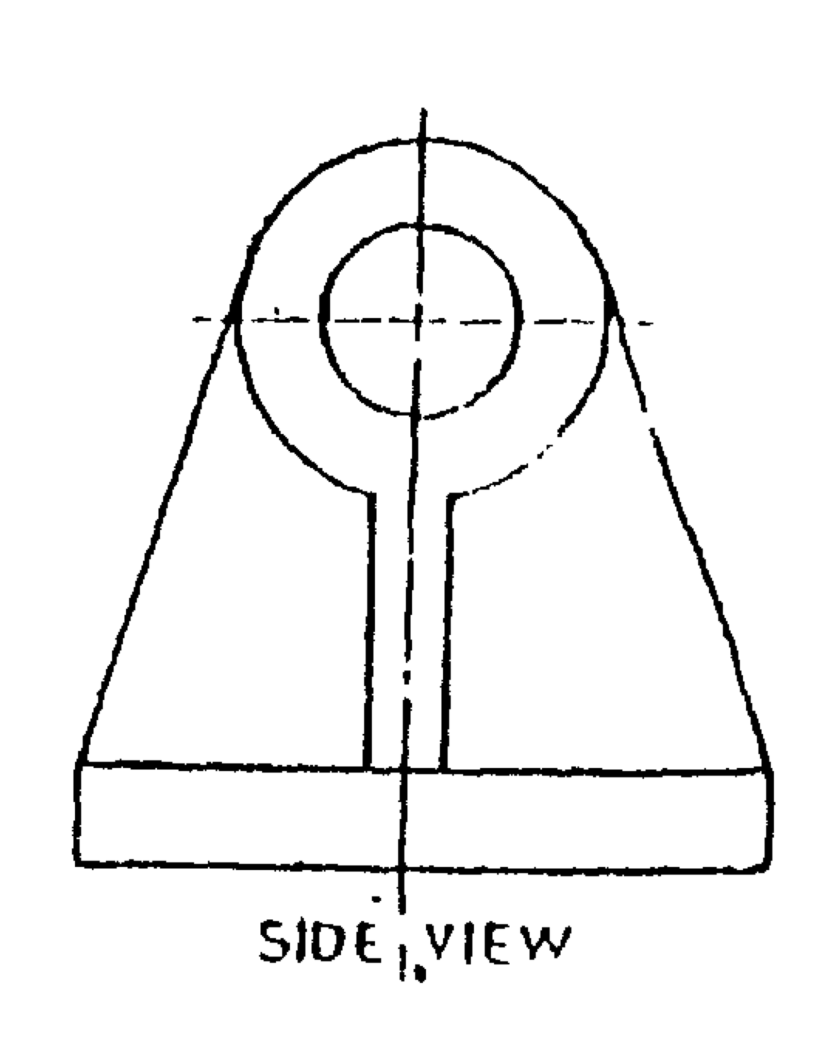
شكل (24-3)






شكل (25-3)





شكل (26-3)


أمثال توضيح مساقط الأجسام المركبة


2
1
4
3
6
5

8
7
10
9
12
11

14
13
16
15
18
17

20
19
22
21
24
23

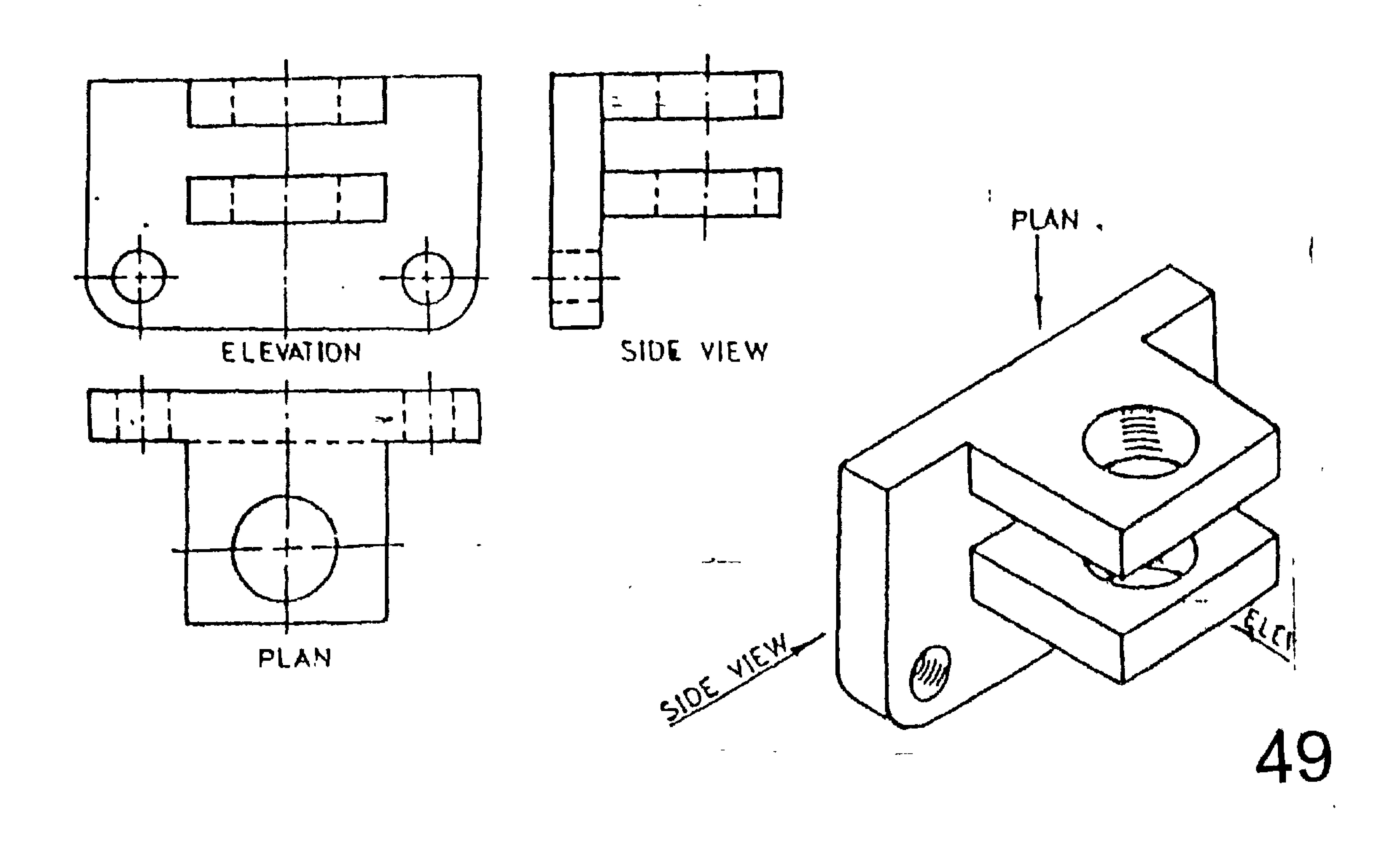


26
25
28
27
30
29

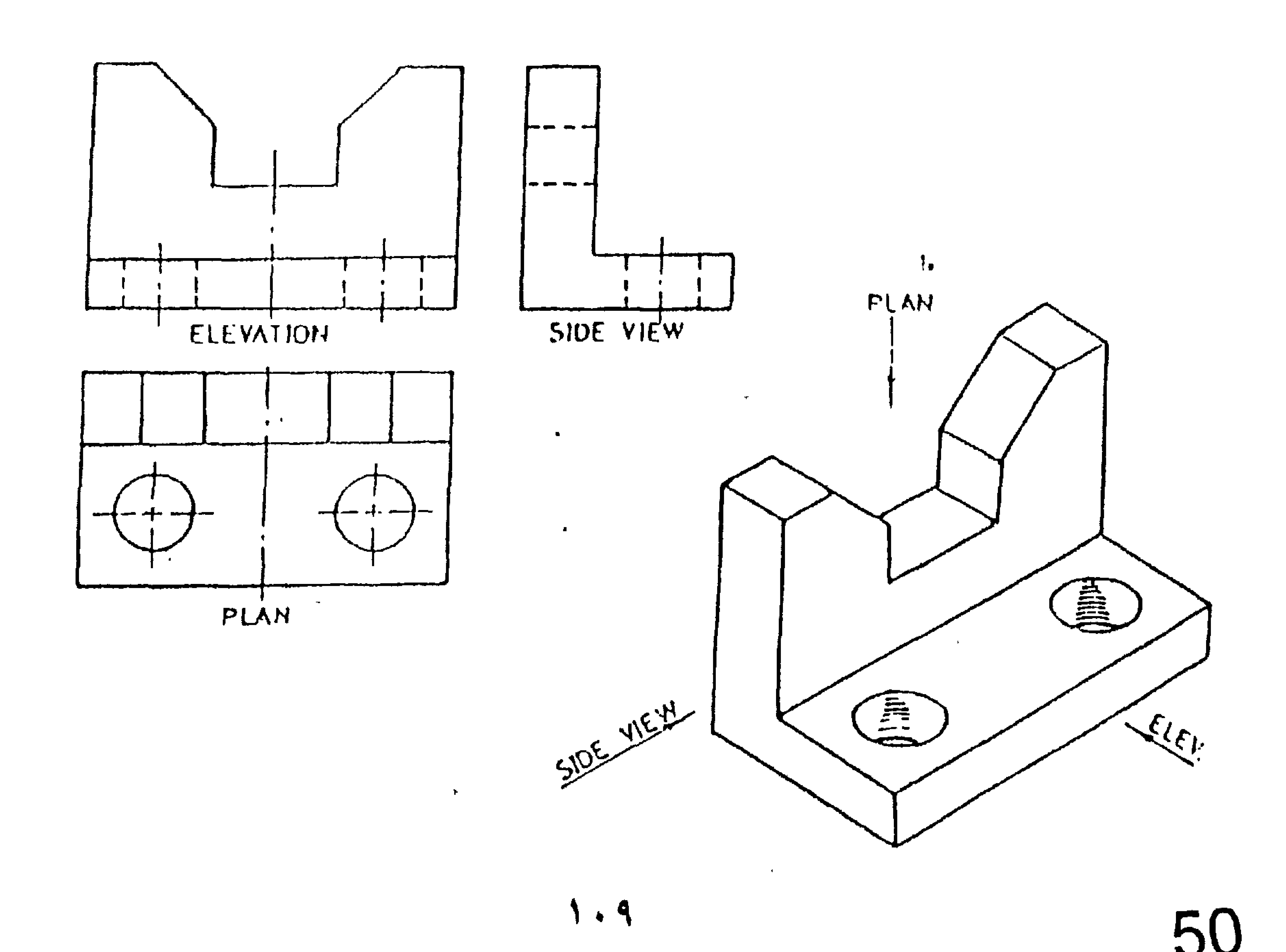

32
31
34
33
36
35


38
37
40
39
42
41


44
43
46
45
48
47


ELEVATION
SIDE VIEW
PLAN
PLAN
SIDE VIEW


49

ELEVATION
SIDE VIEW
PLAN
PLAN
SIDE VIEW

50


تمارين على الباب الثالث

تمرين (١)


1
2
3
4
5
6



7
8
9
10
11
12



13
14
15
16
17
18

تمرين (٢)

92
46
46
30
18 Dia
36 Dia
24
40
2
52
26
50
18 Dia
36
22
64
15
14
10
30
1
52
□40
12
5
50
14 Dia
13
□26
64
4
64
26
19
9
7
16
52
18
12
36
12
16 Dia
80
30
3
66
36
38
24 Dia
18 Dia
24
6
5
Through hole
Through holes
45
20
6
Through hole
50
56
36
22 Dia
17
36
8
8
8R
64
Through hole
10 Dia
5


8
Through hole
Bracket
7
10
2 through holes 10 D
Through hole
Support
9
12
Through holes
11

14
Bracket
Through hole
14 Dia
22 Dia
13
Bracket
Through hole
10 Dia
18 Dia
16
Support
15
Clamp
22 Dia
18
Stop
3 through holes
8 Dia
17
Foot
Through hole
20 Dia
12 Dia



20
Through hole
14 Dia
Clamp
19
Fork
24 Dia
14 Dia
22
16 Dia
Through hole
Body
21
26 Dia
Clamp
24
30 Dia
22 Dia
20R
Through hole
Bearing
23
24 Dia
14 Dia
Bearing




Through hole
34 Dia
24 Dia
52
54
7
10
5
15
14
5
44
20
54
14
Through slot
Through slot
26
Bearing
20
18
17
14 Dia
8
5
62
74
8
34
42
46
Angle
25
52
34
9
57
30
14 Dia
30 Dia
12
7
18
8
62
22
16
20
Through hole
28
Body
18
40
26 Dia
54
34
14
22
10
10
29
10
68
Jig
27
38
8
20 Dia
28 Dia
17
Through hole
68
18
32
15
20
8
9
8
72
30
Shoe
52
34
9
57
30
14 Dia
30 Dia
7
18
50
Through hole
Body
29

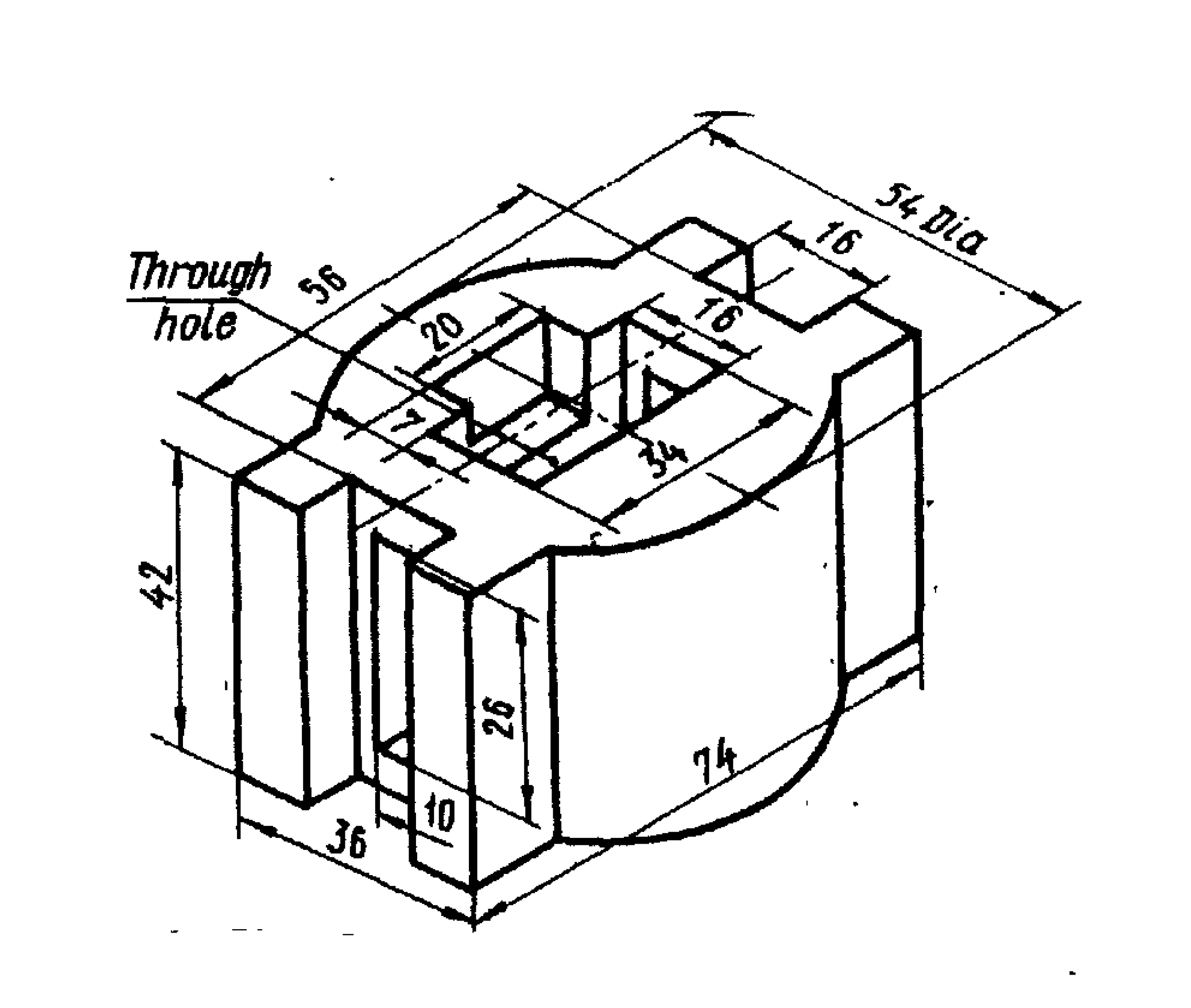

32
70
48
13
23
120
90
20R
18
92
104
10 Dia
20
12
28
26
158
31
60
50
42
30
40 Dia
20 Dia
30
10
16
50
45
50
90
34
30 Dia
30
10
10
20
42
52
15
30
9
23
30
10
15
60
15
20
40
80
33
70
15
35
100
10
18R
10
30
10R
45
10
20 Dia
4 holes
10 Dia
58
10
20
40
96
50
36
60
48
16
20R
57
8
25
9
33
16
14
28
34
64
15
90
35
10R
5 holes 12 Dia
104
10
20
48
14R
14
22
4
28
32
13R
33R
70
70
60
66


38
15R
37
38 Dia
20 Dia
10 R
10 Dia
19R
27R
40
40 Dia
39
2 holes
16 Dia
42
40 Dia
41
25R

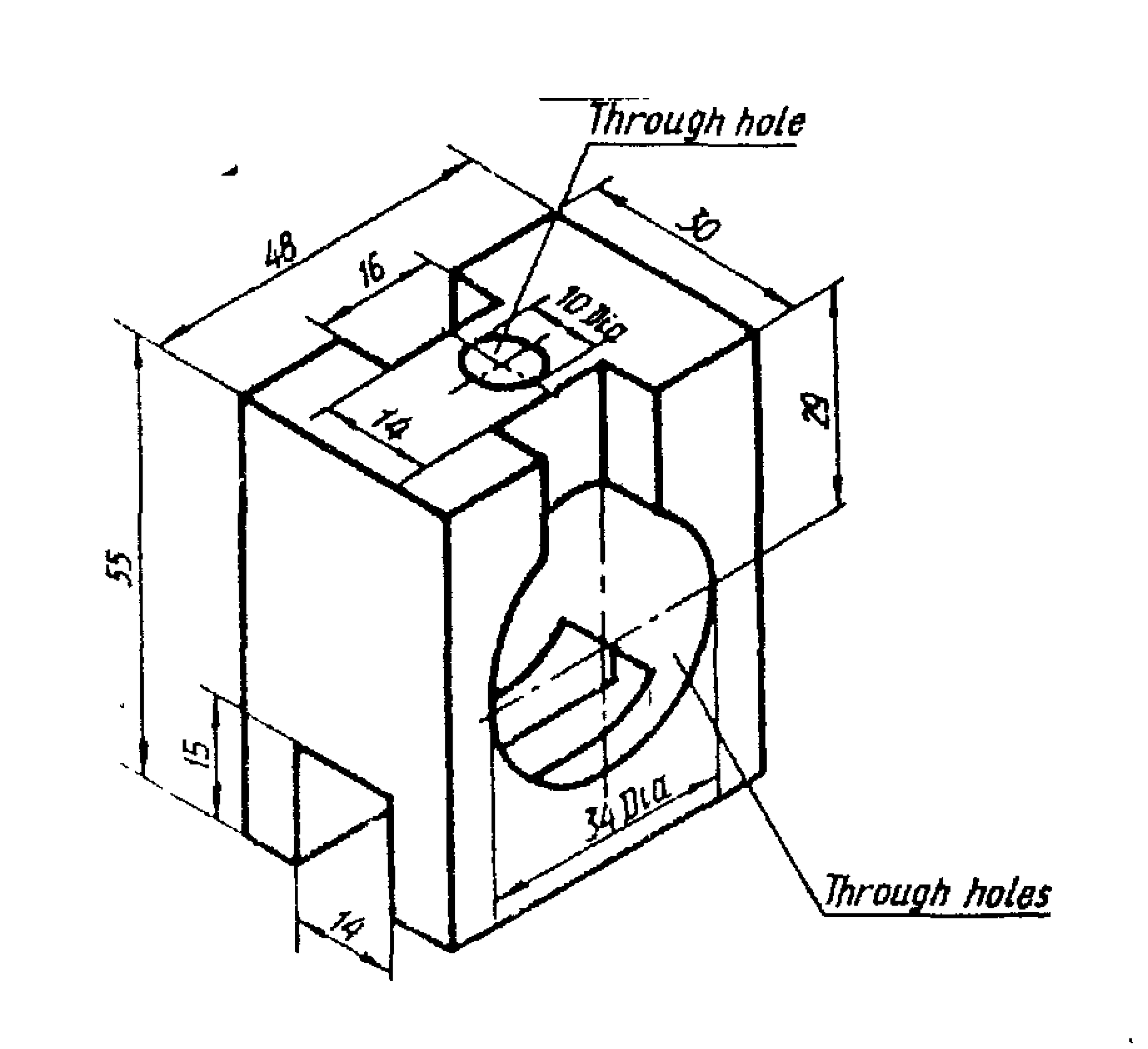


50
42
14 Dia
48
20
27
18
9
30 Dia
20
80
44
86
36
30
18
10
23
36
18
14
18
Through hole
20 Dia
18 Dia
16
6
28
43
30
20 Dia
30
Through hole
12 Dia
10
20
26
6
40
20
28
74
12
42
46
86
36
30
18
10
23
35
14
18
18
rough hole
20 Dia
18 Dia
16
6
28
45
50 Dia
26 Dia
22 Dia
10
10
8
10
30
66
70
Through hole
Through holes
48
Through hole
10 Dia
8
16
45
42
10
16
8
24
40
8
15
12
74
47

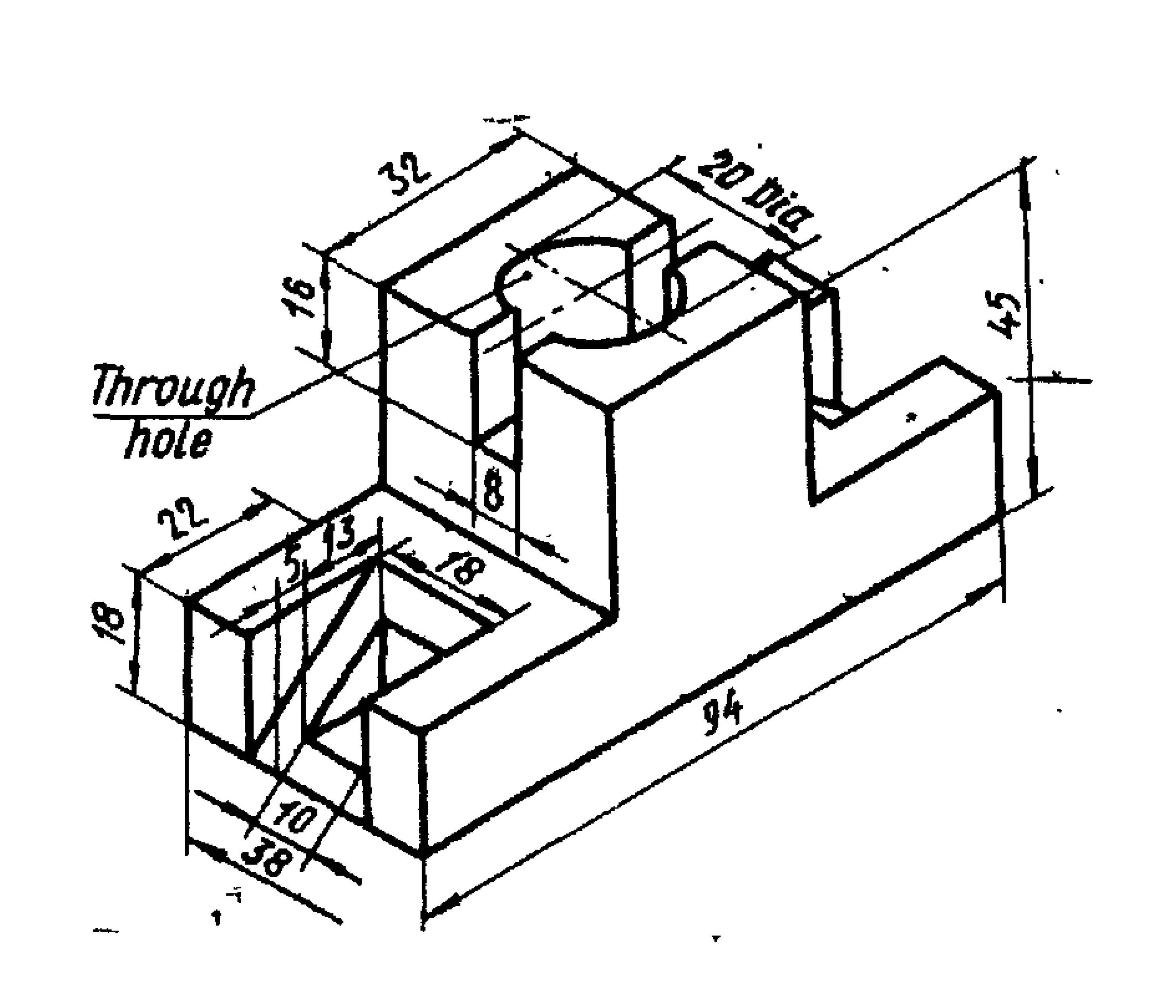

50
76
40
30 Dia
20 Dia
7
18
7
44
10
22
15
36
54
49
74
30
15
20
20
50
15
25
10
20 Dia
12 Dia
10
10
10
30
52
Through holes
Through holes
52
20
10
10
20
20
20 Dia
26
33
16R
50
80
51
24
38
16
14
24
18 Dia
48 Dia
30 Dia
100
35
Through hole
54
60
46
48
20
8
24
10
14
12
10
24 Dia
10
58
Through hole
53
Φ 30 Dia
58
5
14
12
39
15
40
40
50
18R
50



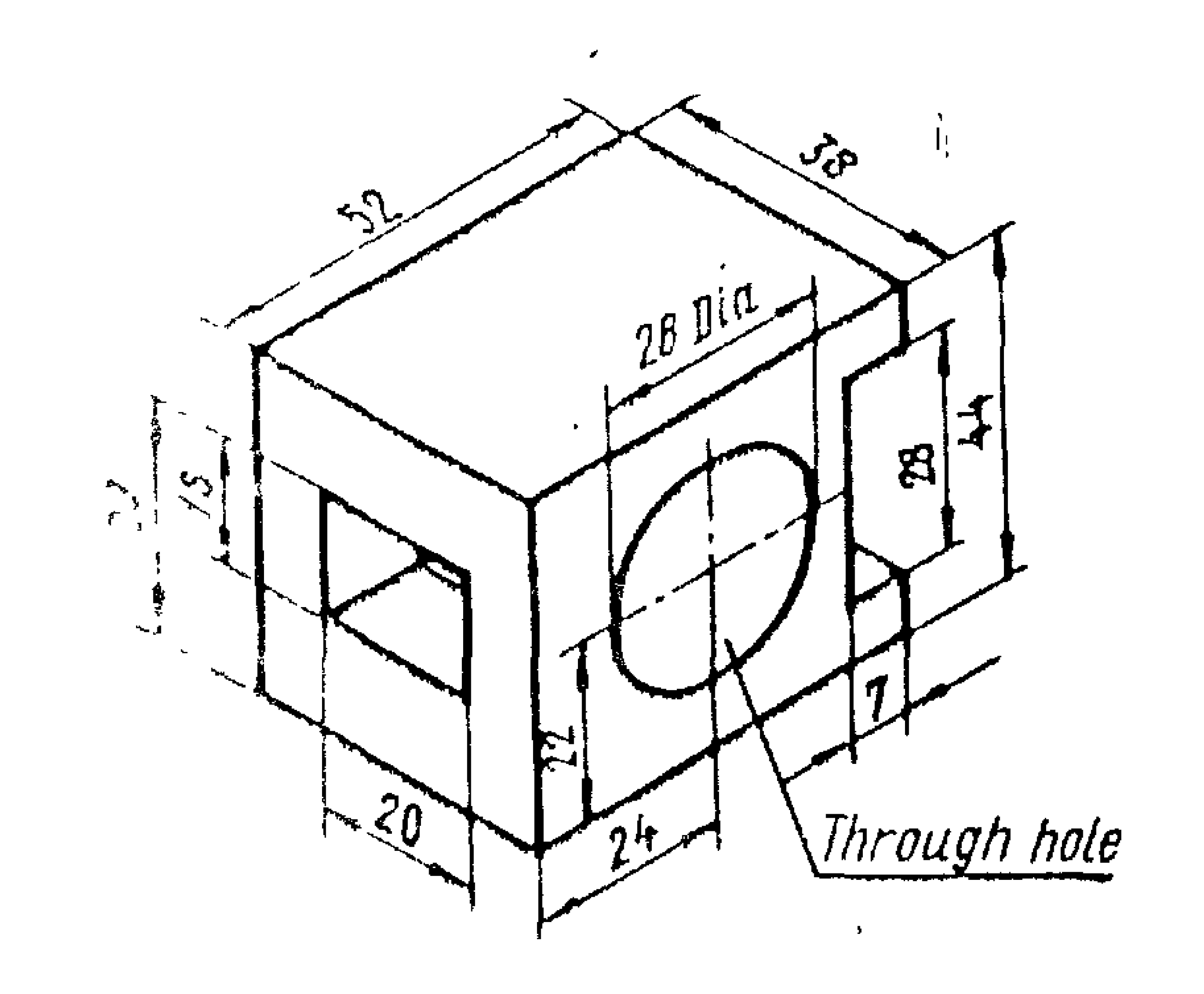
55



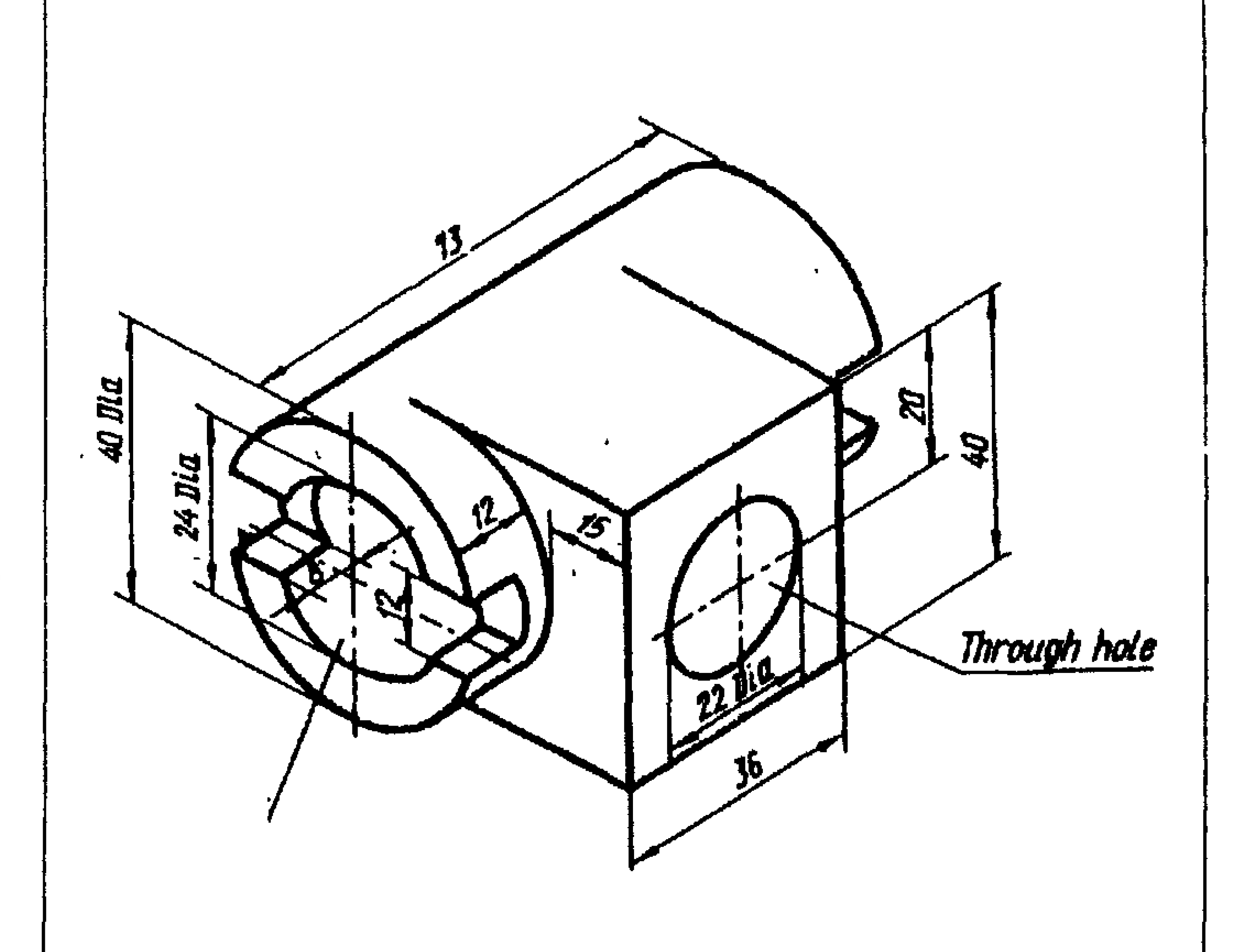
56



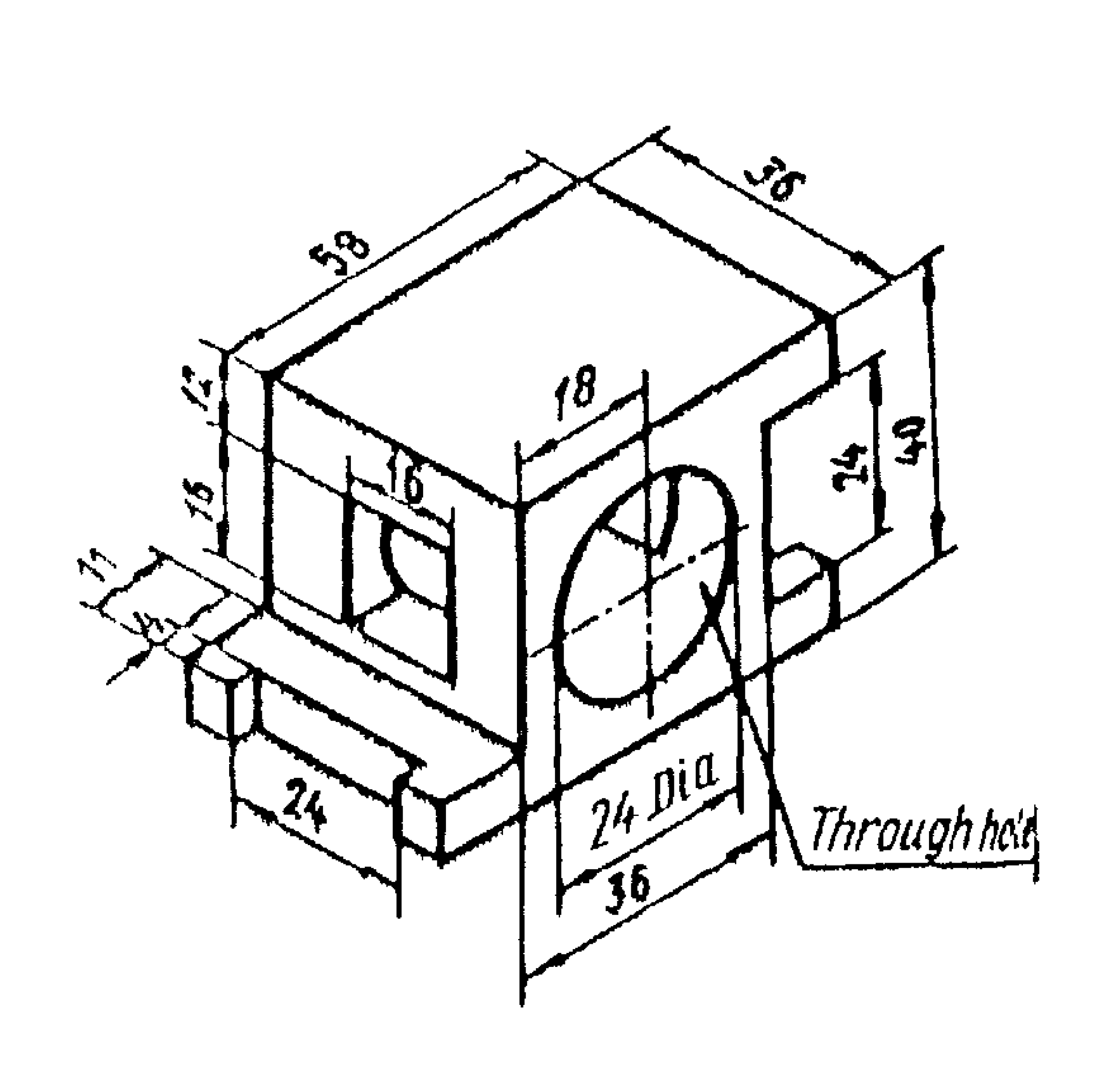
57




58


59



60


Through hole
40
28 Dia
36
17
13
10
10
44
20 R
13
18
16
90
62
28
8
17 R
50
25
18
14
8
16
Through hole
20 Dia
Through hole
20
44
62
61
56
20
35
40
10
14 Dia
36
21
6
5
23
26 Dia
Through hole
14
23
30
80
64
18
38
20
34 Dia
14
36
54 Dia
8
25
14
Through hole
13
4
20
88
63
40
40 Dia
12
42
13
20
50
15
15
16
13
80
Through holes
46
66
44
28
44
26
5
28
8
13
24 Dia
30
46
23
16
22
Through holes
14
26
90
65


68
Through hole
60
30
48
10 Dia
14
8
16
10
67
Through hole
17
64
48
7
8 Dia
Through holes
54
38
6
20 Dia
22R
38
14
20
34
28 Dia
32
70
38 Dia
8
15
5
10
15
22
38
44
6
16
74
42
69
30
20 Dia
30
Through hole
12 Dia
10 Dia
20
20
12
7
9
40
20
15R
42
28
74
72
76
52 Dia
76
40
26 Dia
40
12
16
20
20 Dia
36
Through hole
71
12
40
24
8
24
24
8 Dia
8
22
41
8
60
80
14
14
Through
hole

الباب الرابع

استنتاج المسقط الثالث

مقدمة

تعرفنا فى الباب السابق عن نظرية الإسقاط وكيفية استنتاج المساقط الثلاثة من خلال النظر فى ثلاثة اتجاهات إلى الجسم، وسوف نتعرض فى هذا الباب على استنتاج المسقط الثالث بمعلومية مسقطين للجسم أو ما يعرف بالمسقط الناقص Missing Projection . وعموماً يكفى لتحديد أبعاد ومواصفات أى جسم معرفة مسقطين له فقط فيما عدا بعض الحالات القليلة التى يتطلب الأمر معرفة المساقط الثلاثة لتحديد أبعاد وشكل الجسم.

من خلال التدريبات على استنتاجات المساقط الثلاثة فى الباب السابق. خرجنا منهـا بعـض الحقائق وهما: المسقط الرأسى والمسقط الجانبى لا بد وأن يكونا على استقامة أفقية واحدة. وكذلك المسقط الرأسى والمسقط الأفقى لابد أن يكونا على استقامة رأسية واحدة.

ولاحظنا أيضاً وجود أبعاد مشتركة بين كل مسقطين فالارتفاعات أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والجانبى. والأطوال أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والأفقى ولعرض بعد مشترك بـين المسقط الأفقى والجانبى.

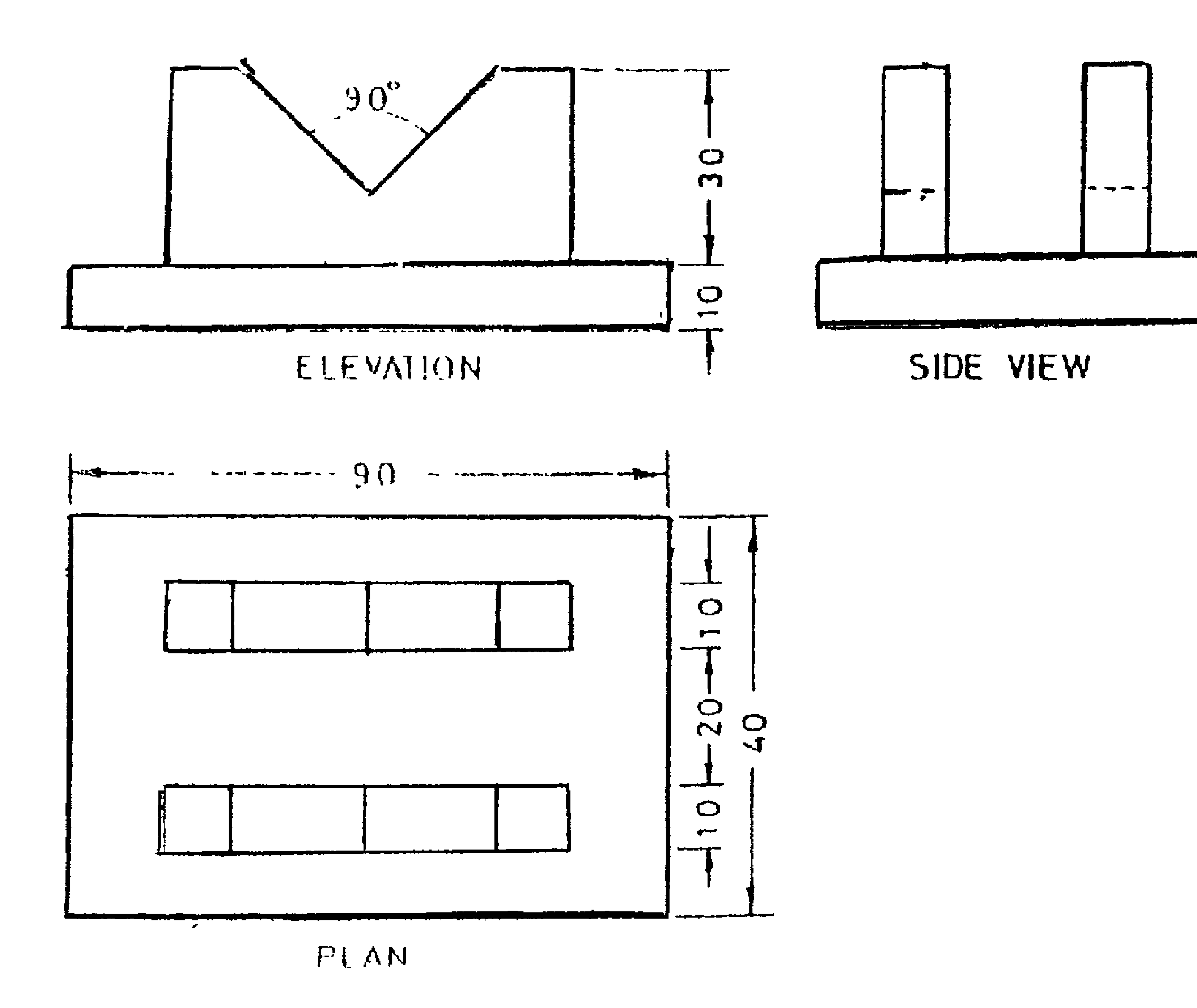
نصائح لاستنتاج المسقط الثالث:

بالإضافة لأهمية قراءة المسقطين المعلومين عند استنتاج المسقط الثالث ينصح بإسقاط كـل جزء على حدة مع إدخال تأثير كل جزء على الآخر عند إضافته. ثم أبدأ بإسقاط الأجزاء التى تعتبر رئيسية أولاً مثل القواعد ثم تضاف بعد ذلك الأجزاء المرتبطة بها.

ولاحظنا أيضاً وجود أبعاد مشتركة بين كل مسقطين فالارتفاعات أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والجانبى. والأطوال أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والأفقى ولعرض بعد مشـترك بـين المسقط الأفقى والجانبى.

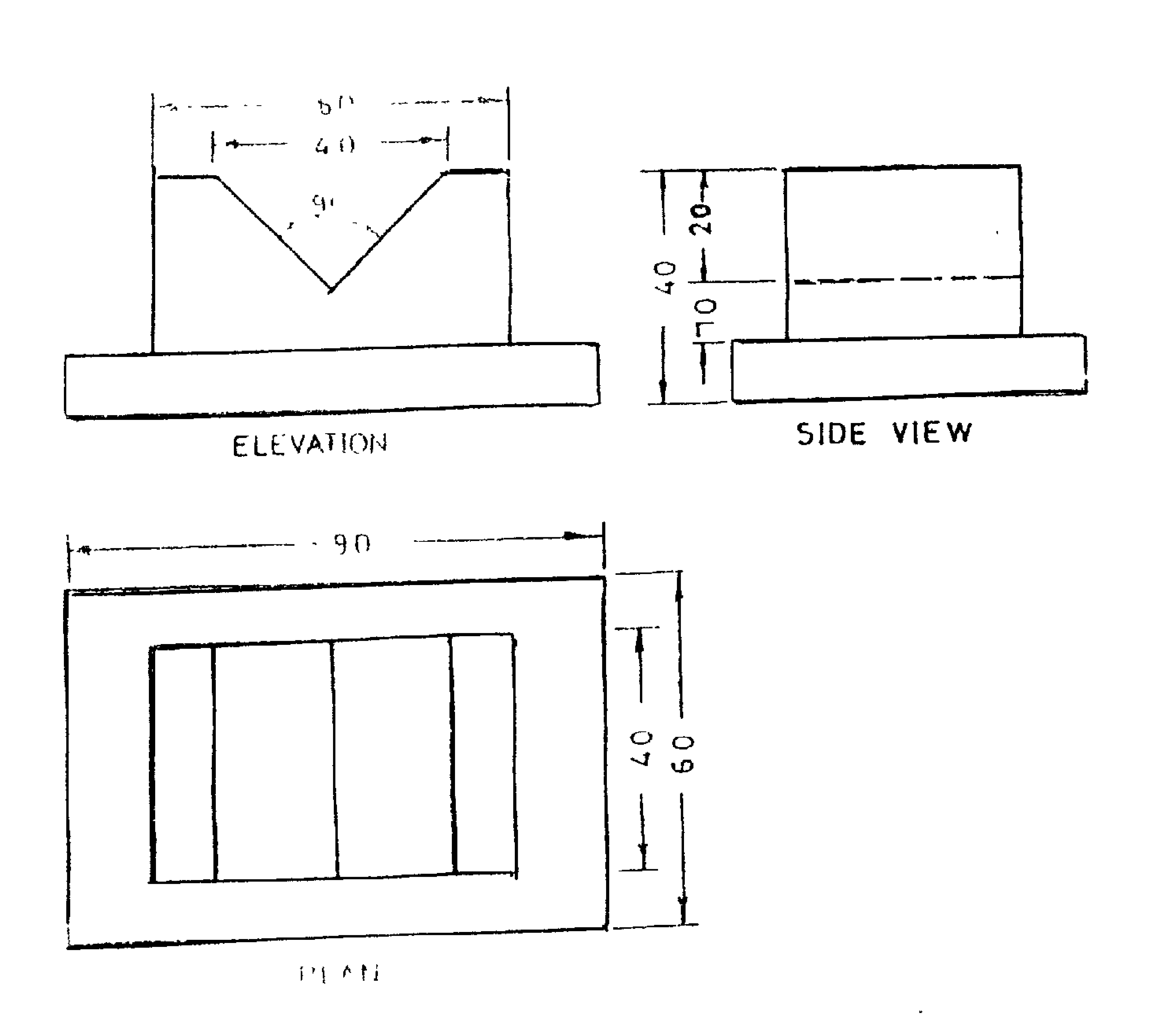
أمثلة على استنتاج المسقط الثالث

وللتدريب على استنتاج المسقط الثالث فيما يلى مجموعة من الأمثلة توضح المساقط الثلاثـــة وغالباً ما يكون المسقط المطلوب هو المسقط الأفقى أو المسقط الجانبى لذلك قم بحذف أحد المسقطين الأفقى أو الجانبى واستنتج بمعرفتك المسقط الثالث من الأمثلة التالية



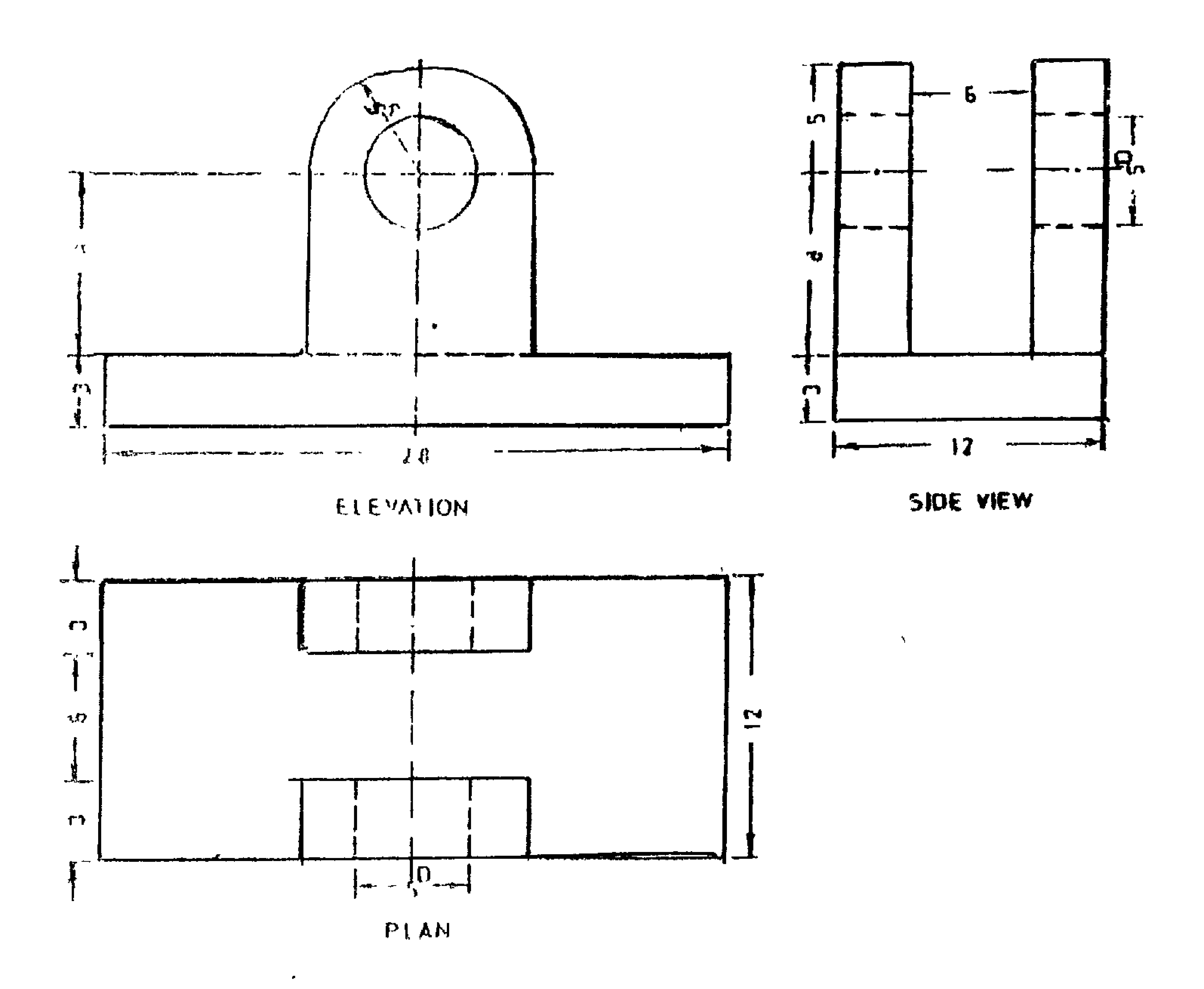
90°
30
10
ELEVATION
SIDE VIEW
90
10
20
40
10
PLAN

1

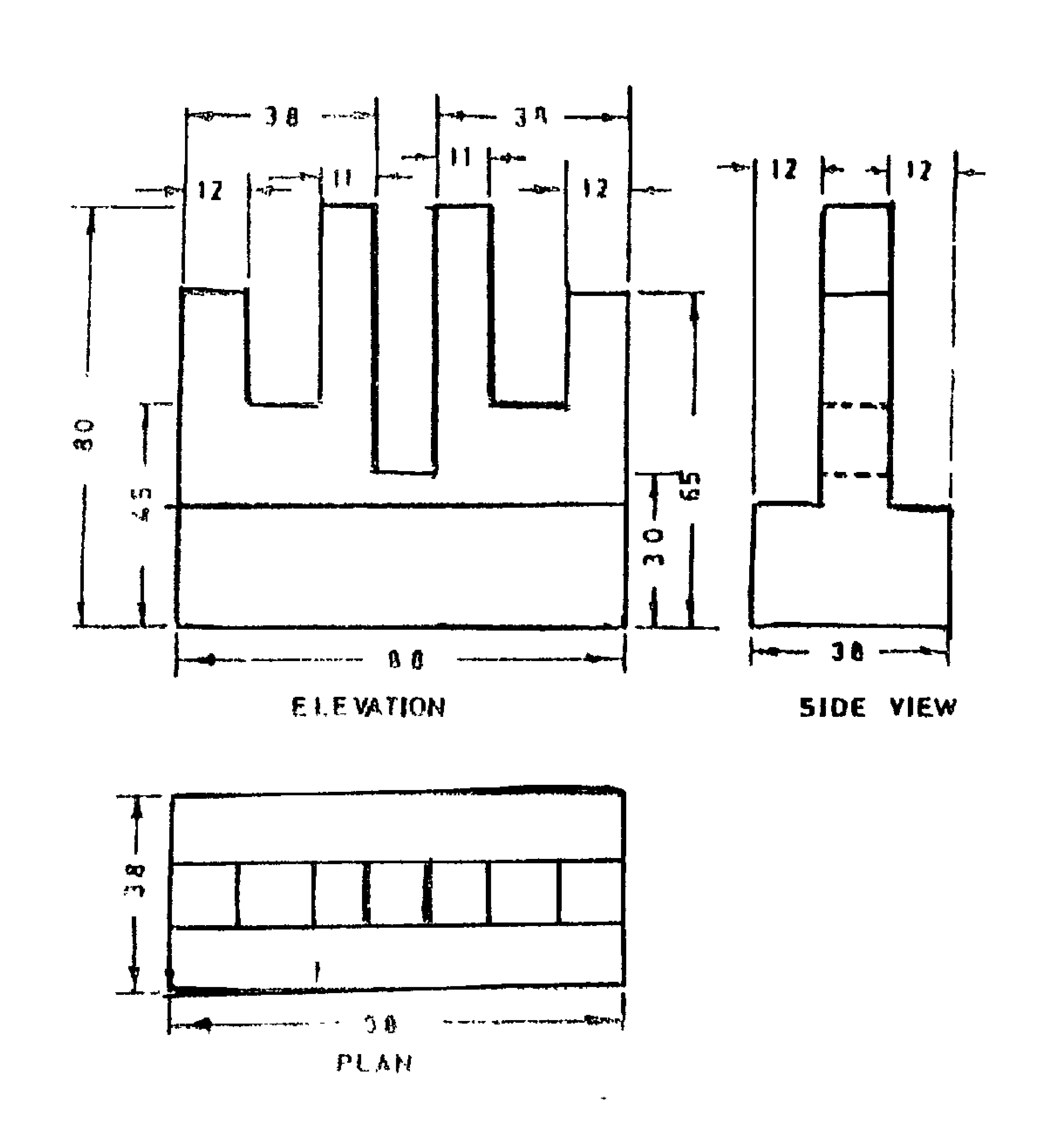


40
ELEVATION
20
40
10
SIDE VIEW
90
40
60

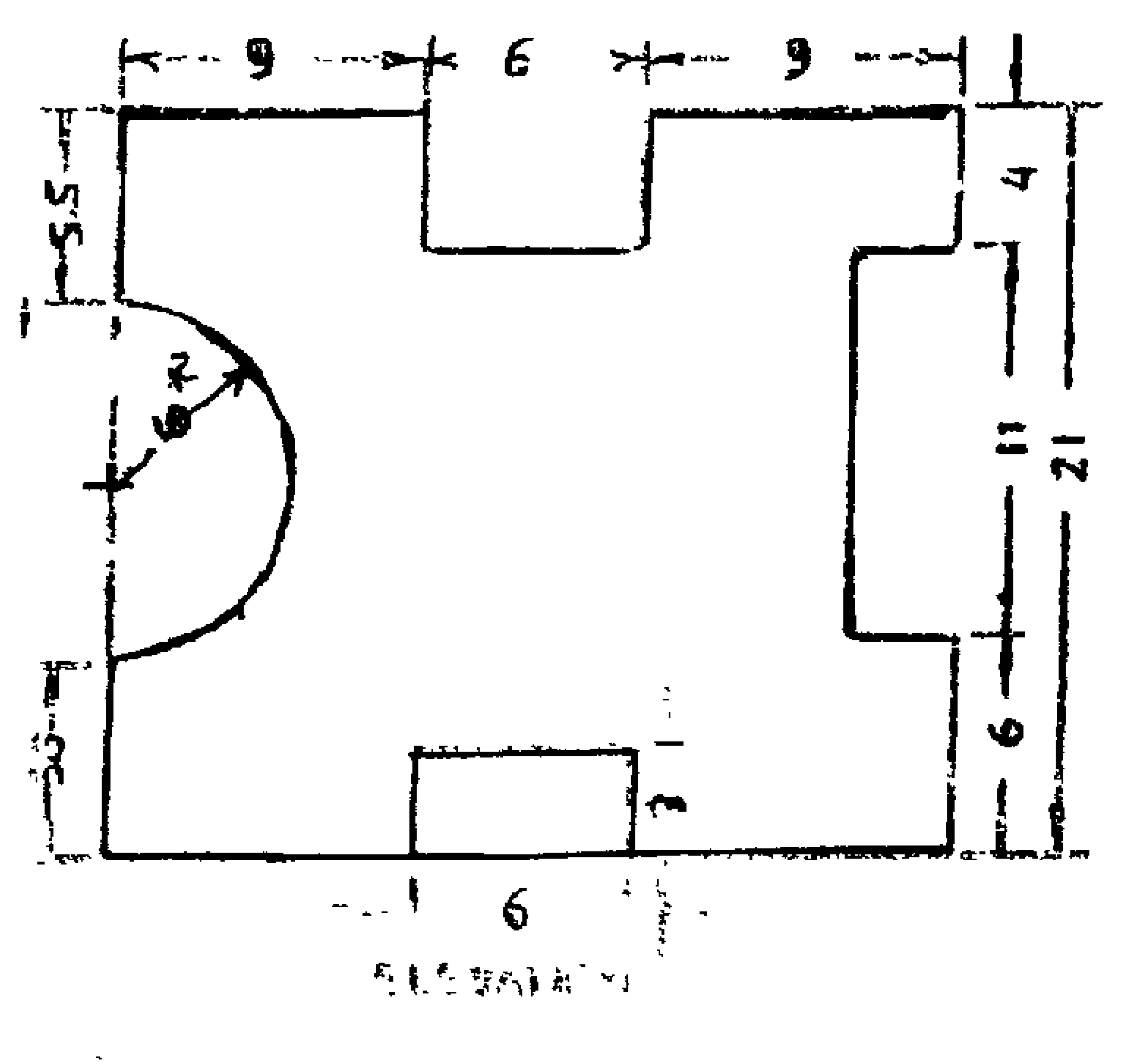
2

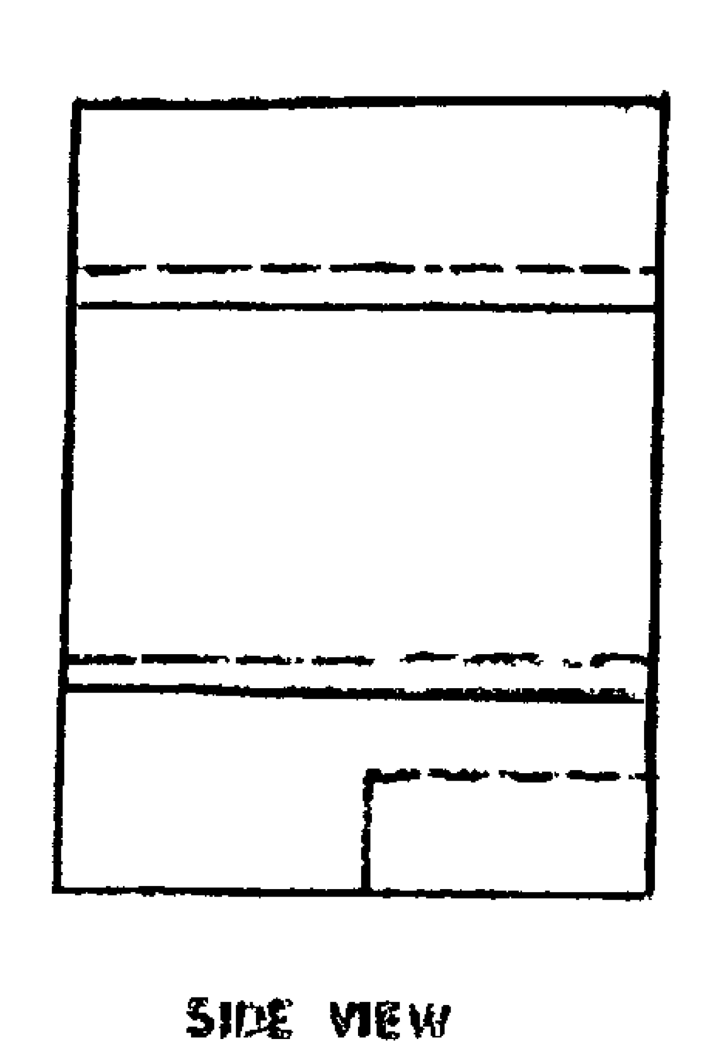

ELEVATION
SIDE VIEW
PLAN
6
12

3

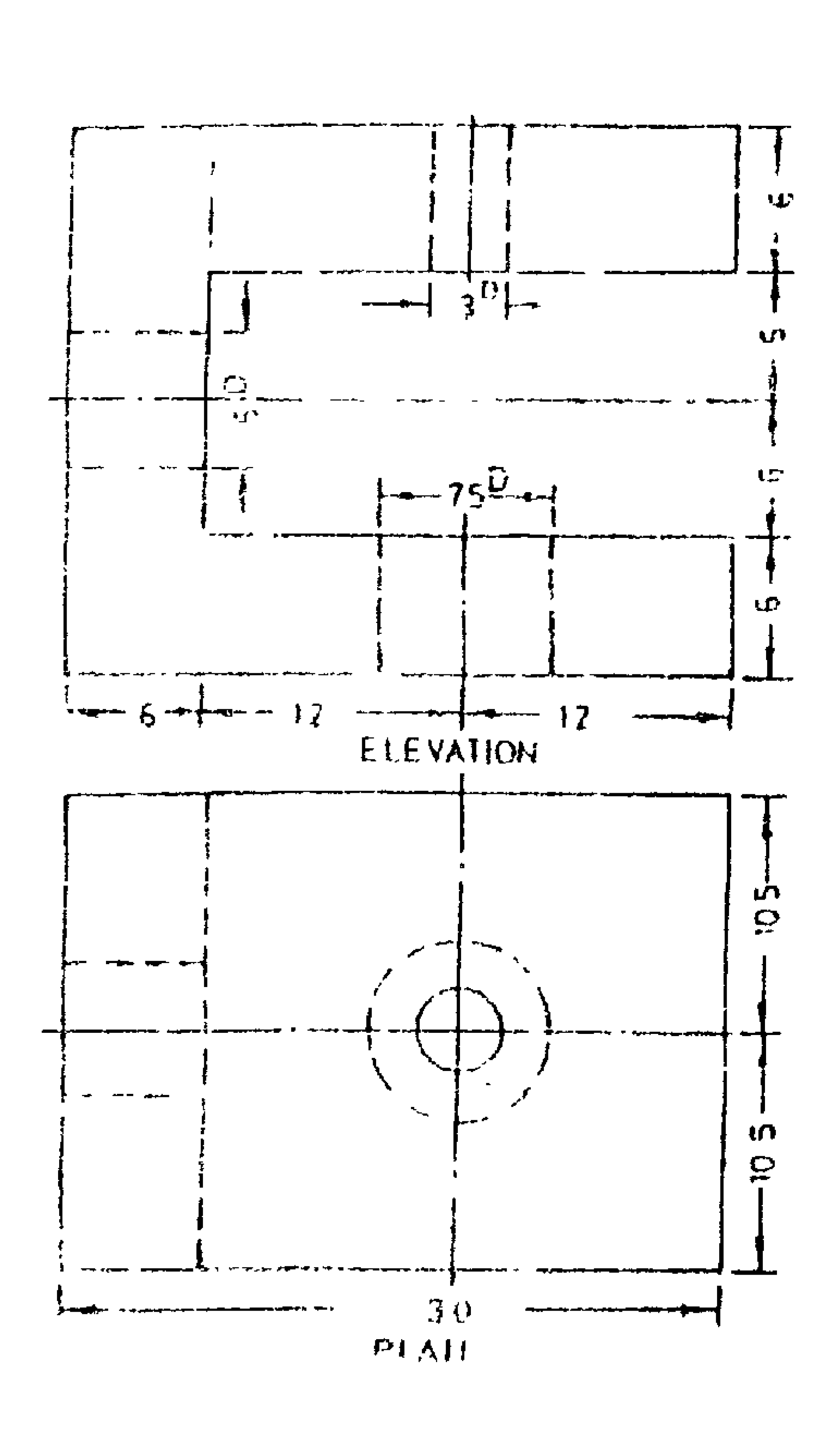

38
12
11
80
65
30
ELEVATION
SIDE VIEW
PLAN

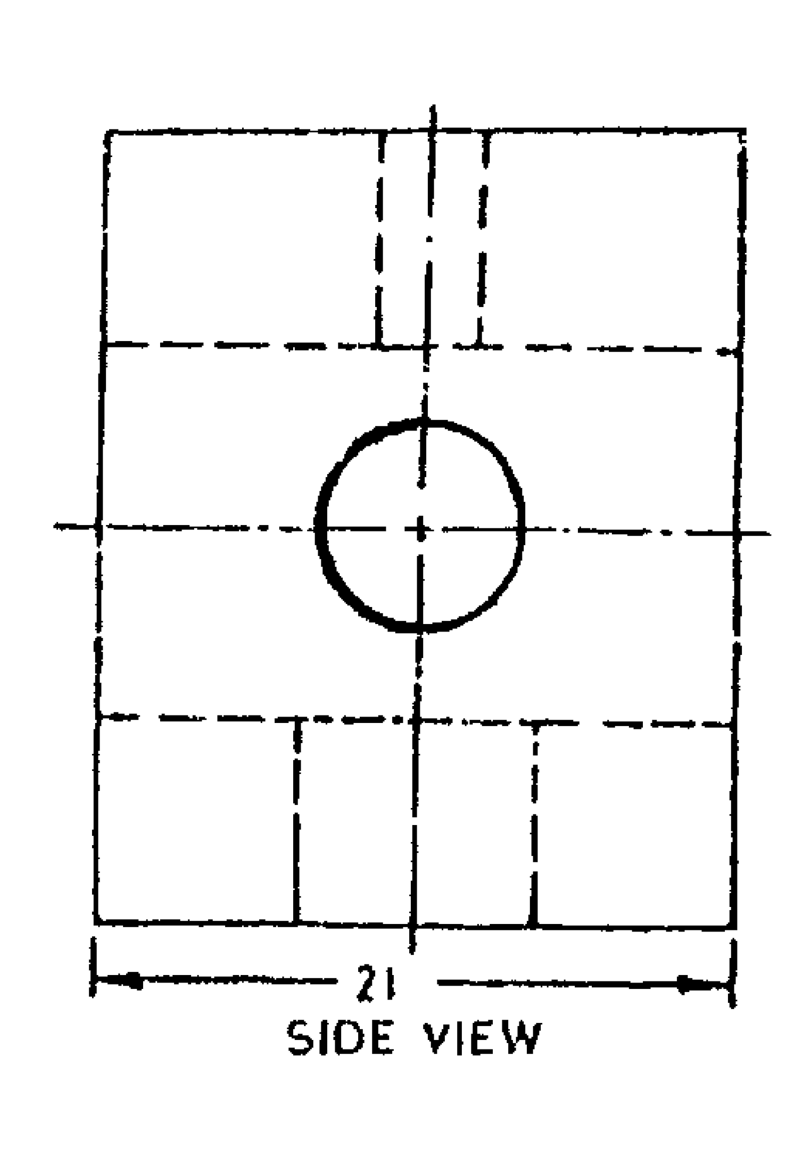
4


9
6
9
5.5
4
11
21
6
3
6
24
10
16

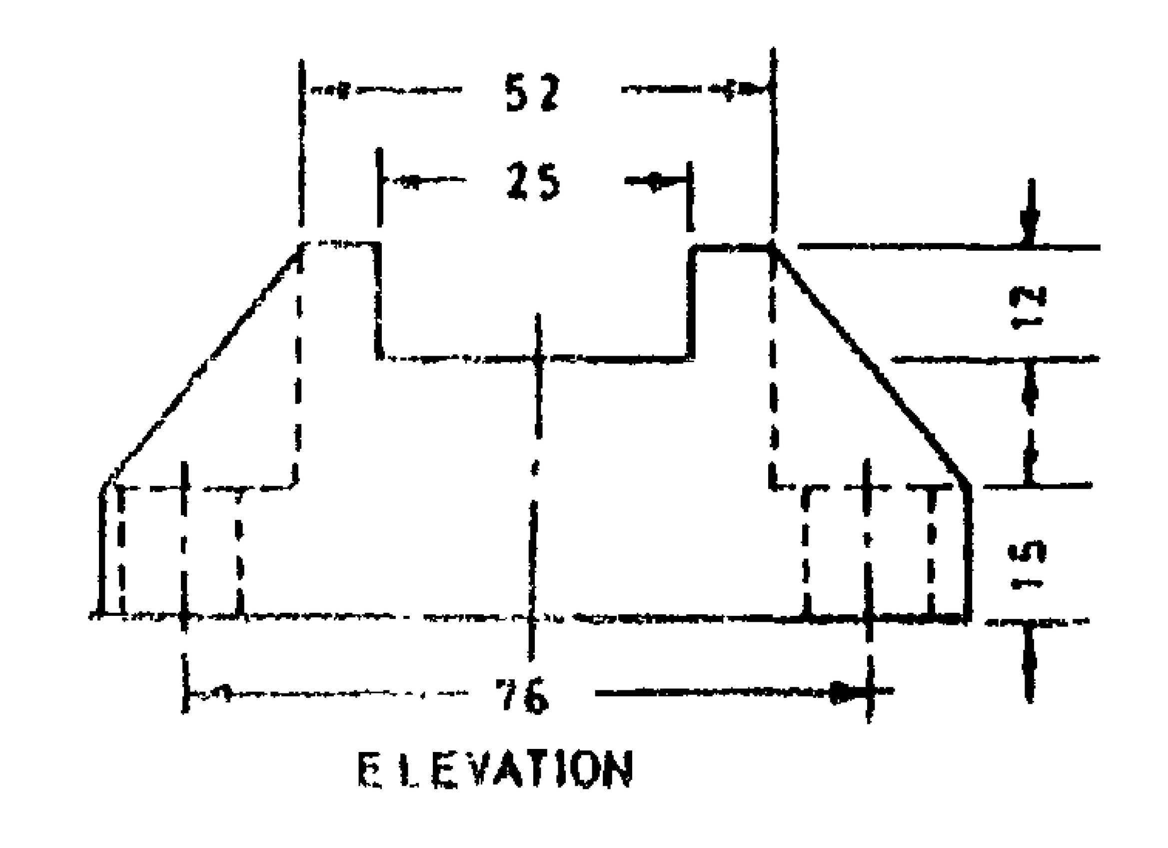

SIDE VIEW

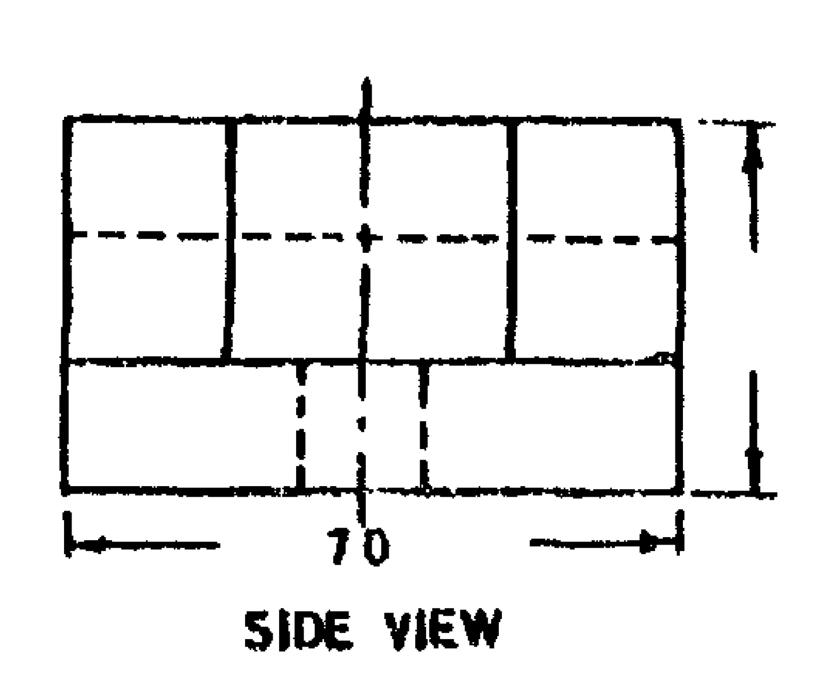
5

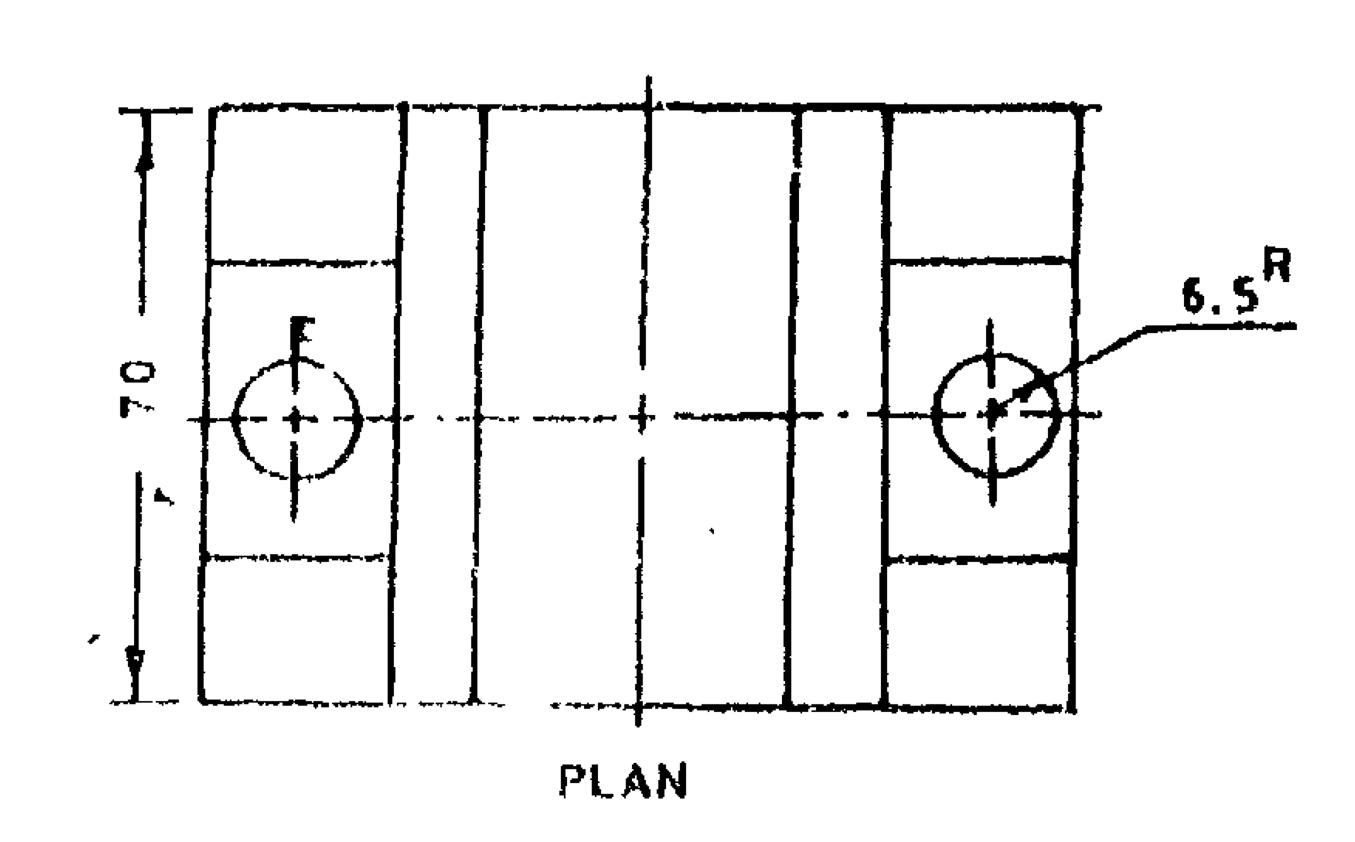

6
5
6
6
6
12
12
ELEVATION
10 5
10 5
30
PLAN


21
SIDE VIEW

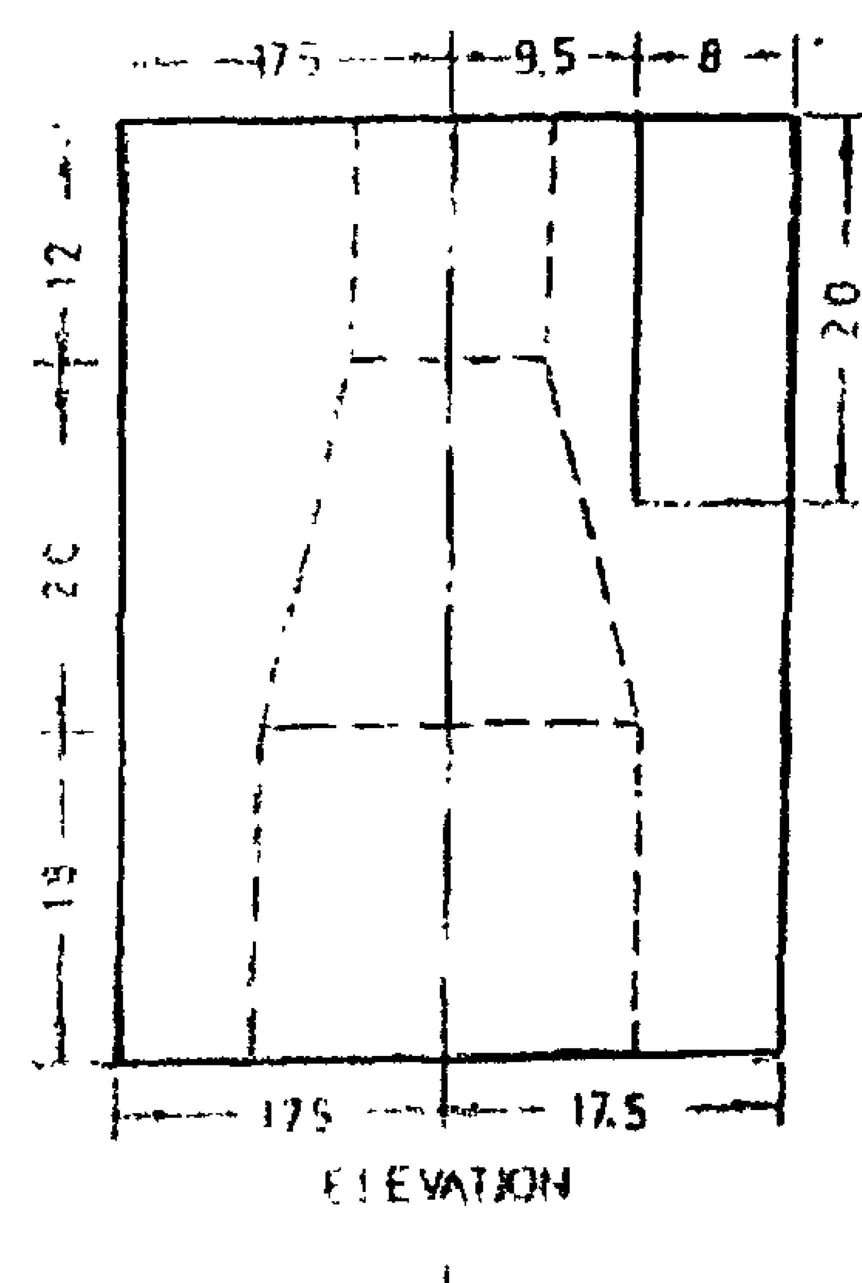
6

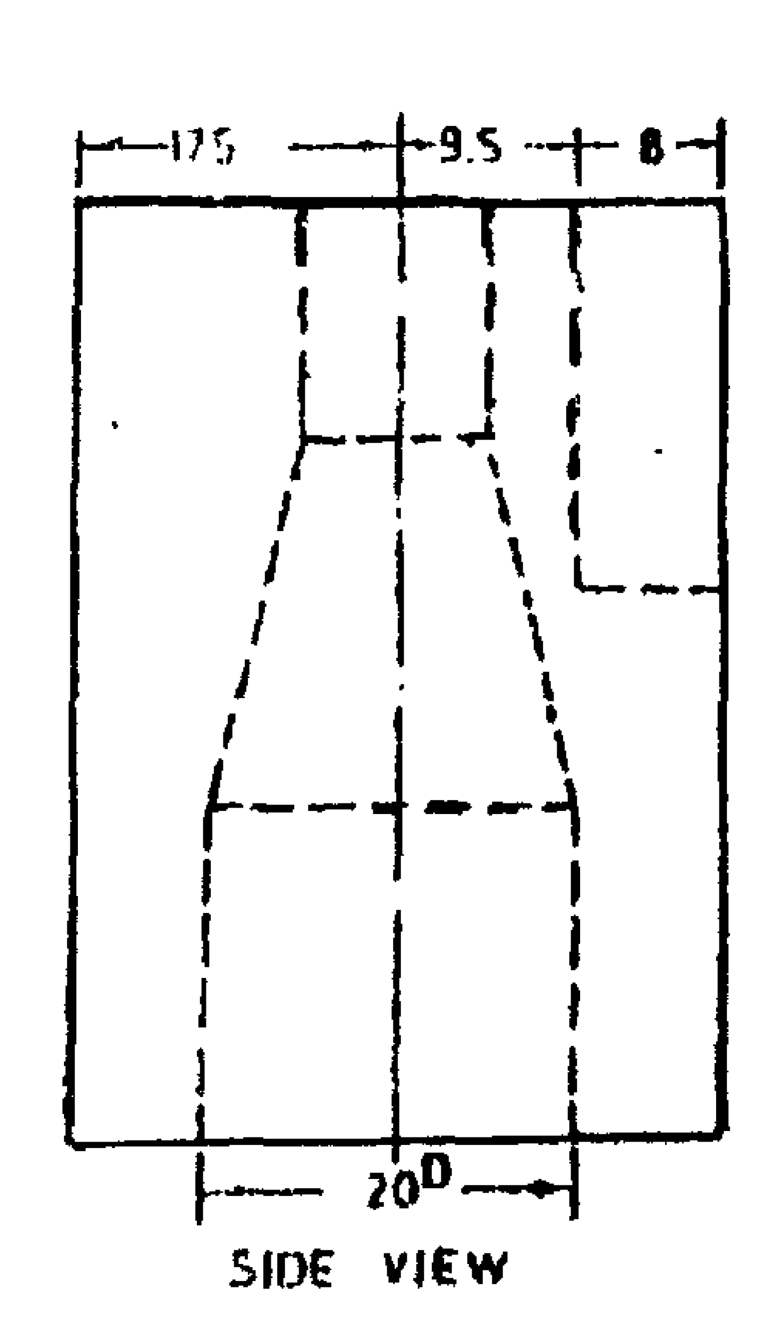

52
25
12
15
76
ELEVATION

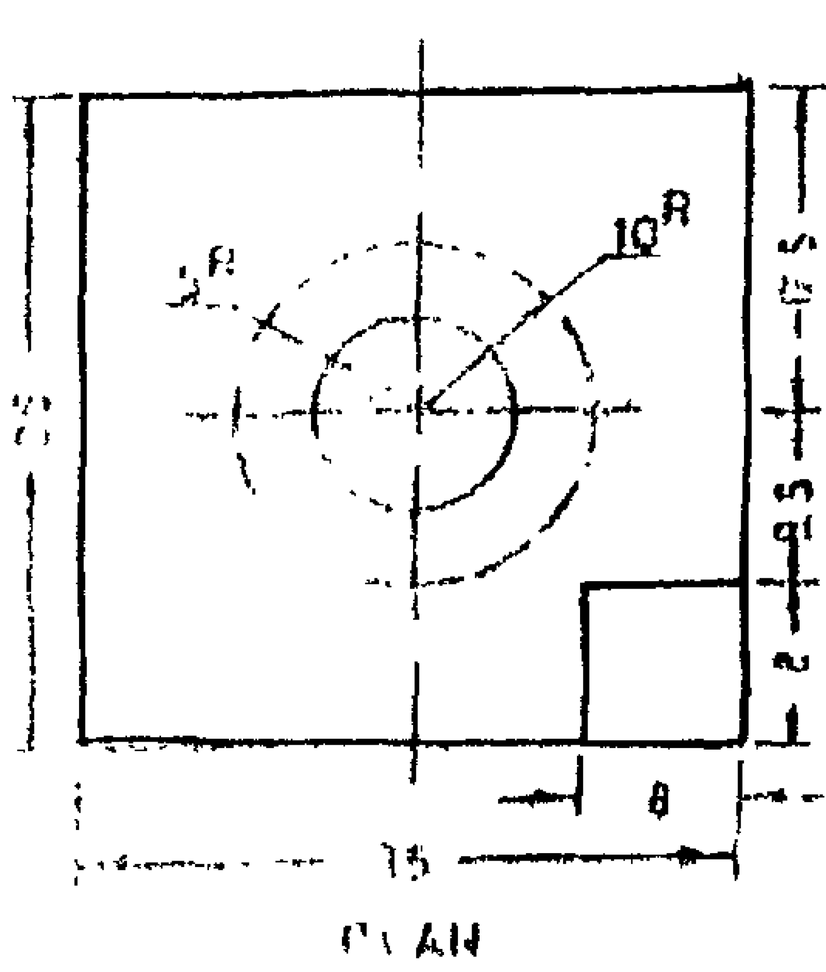

70
SIDE VIEW


70
6.5R
PLAN

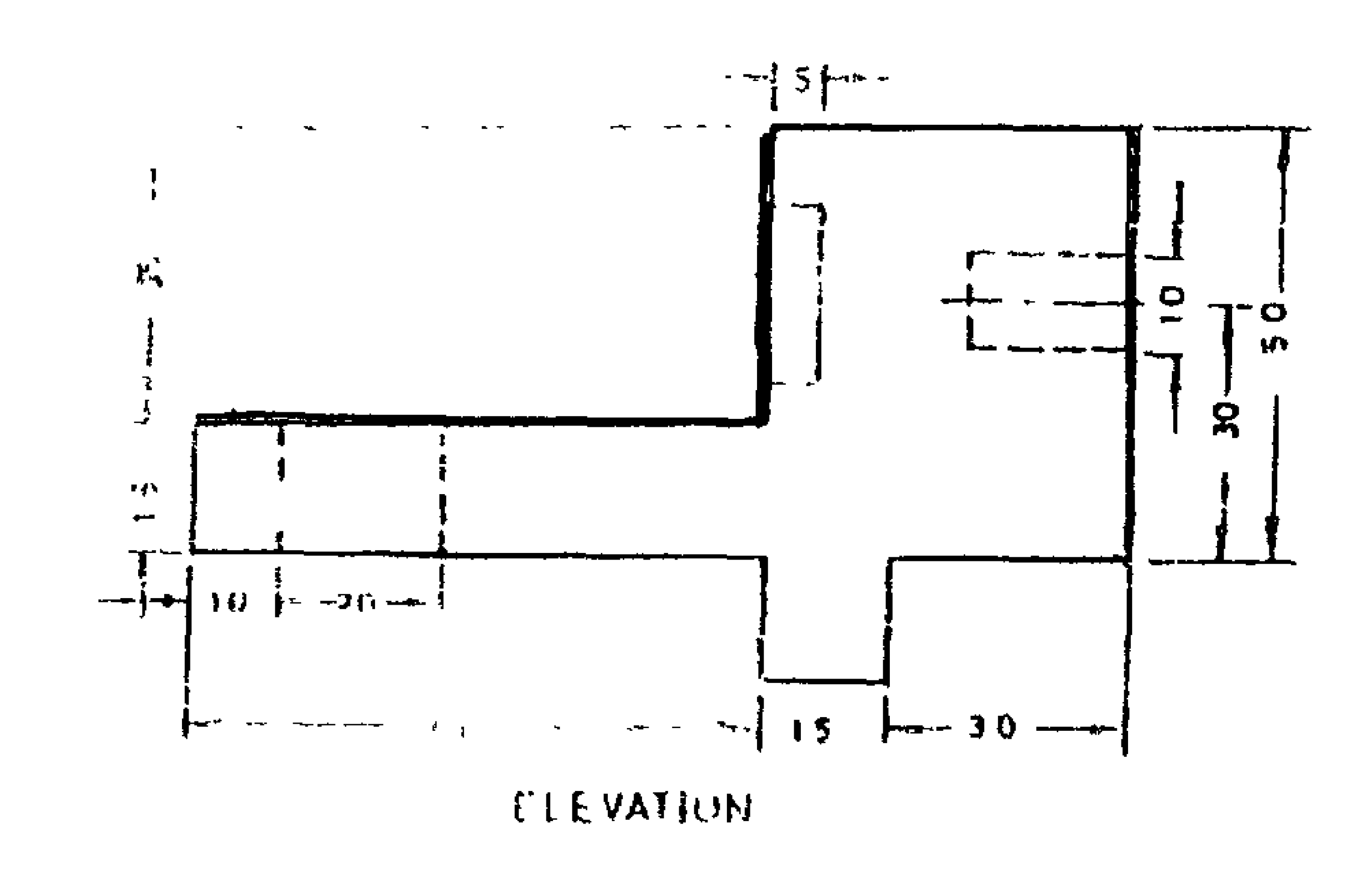
7

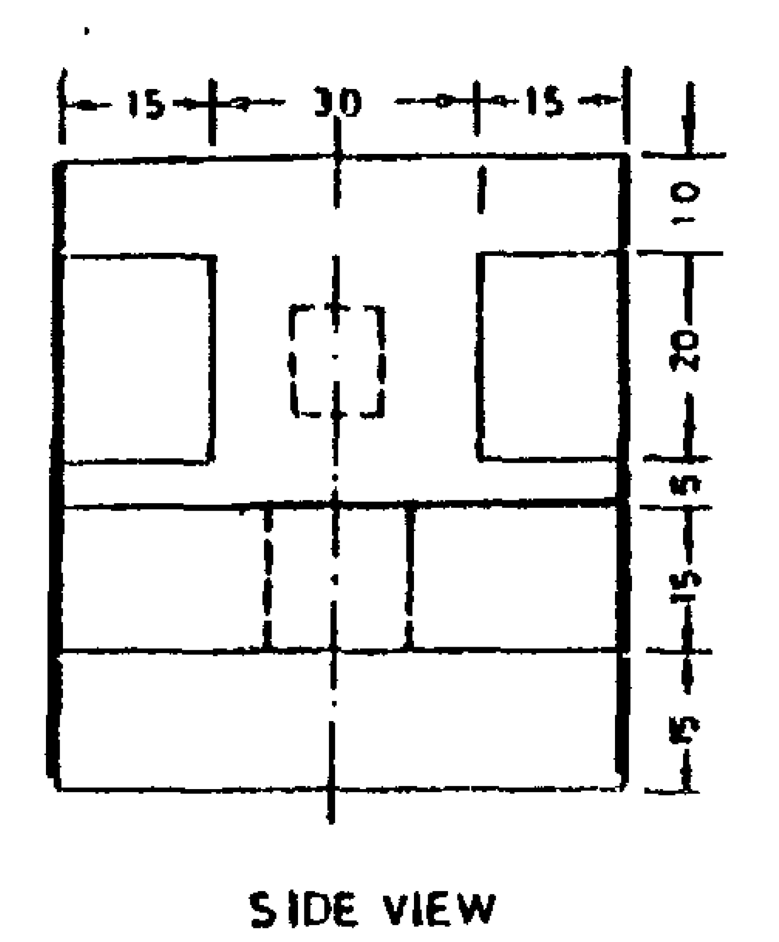

17.5
9.5
8
12
20
17.5
17.5
ELEVATION

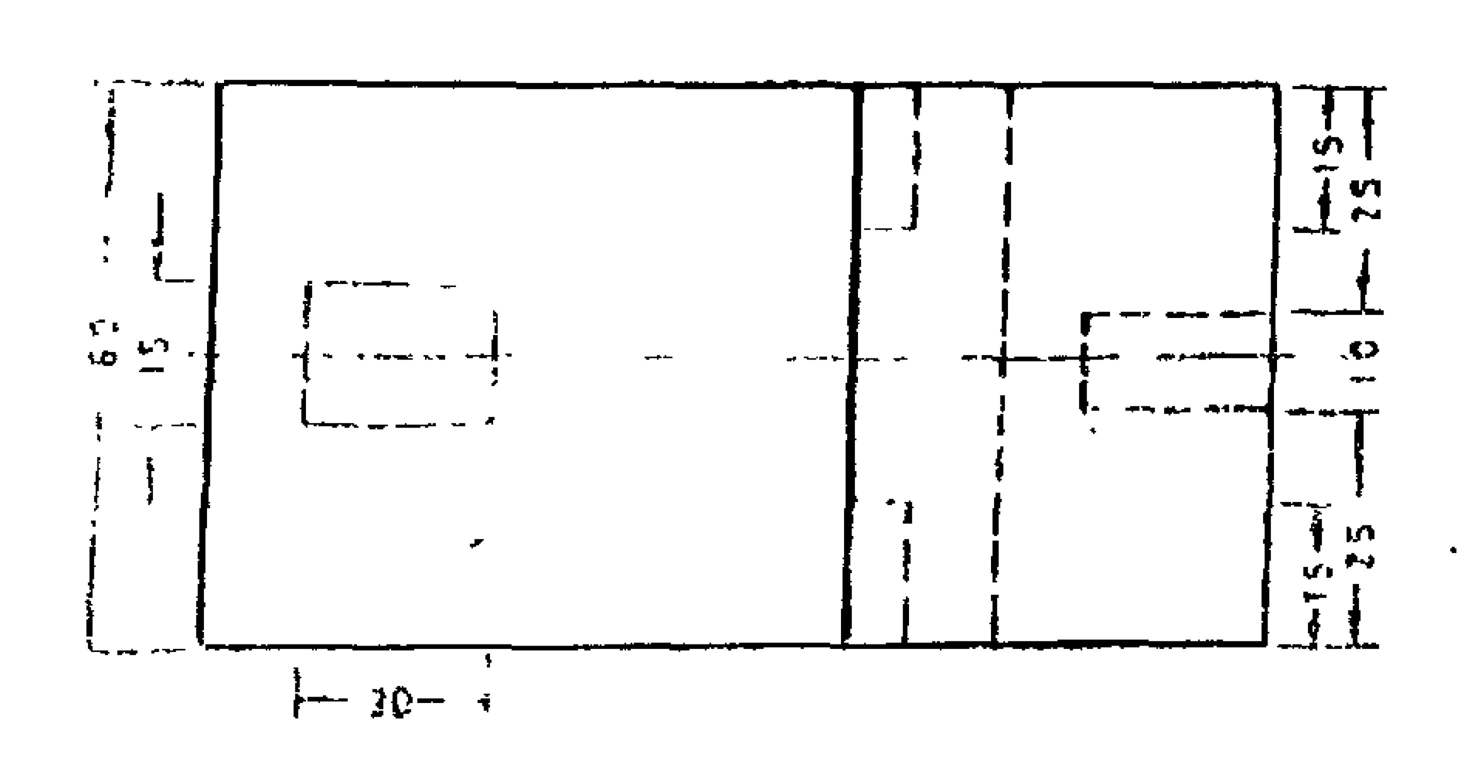

17.5
9.5
8
20D
SIDE VIEW


10R
8

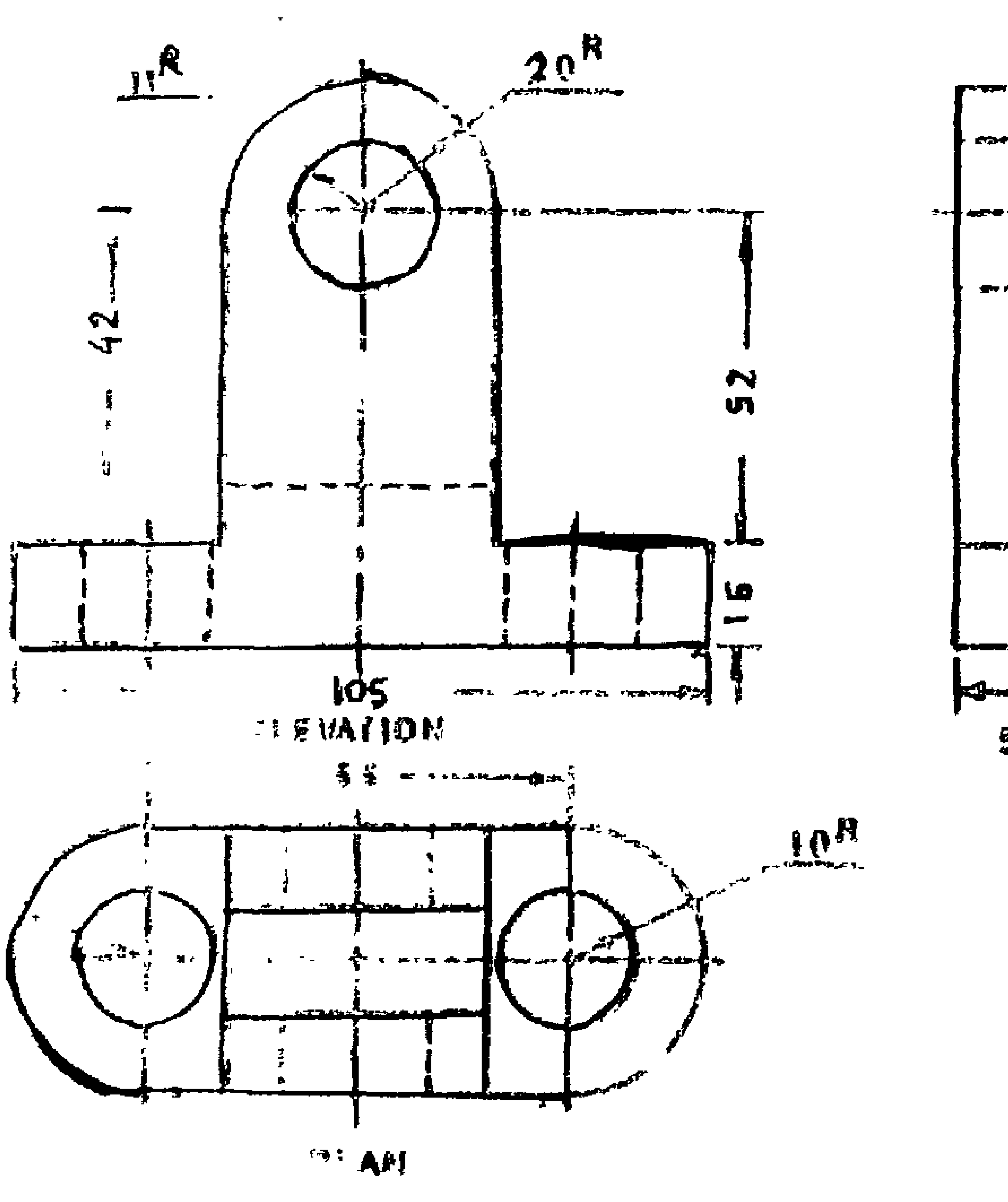
8

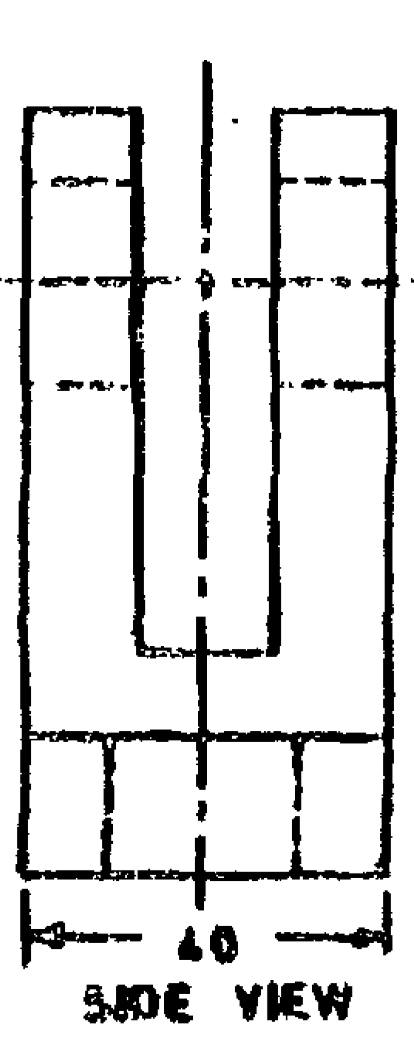

5
10
50
30
10
20
15
30
ELEVATION


15
30
15
10
20
5
15
15
SIDE VIEW

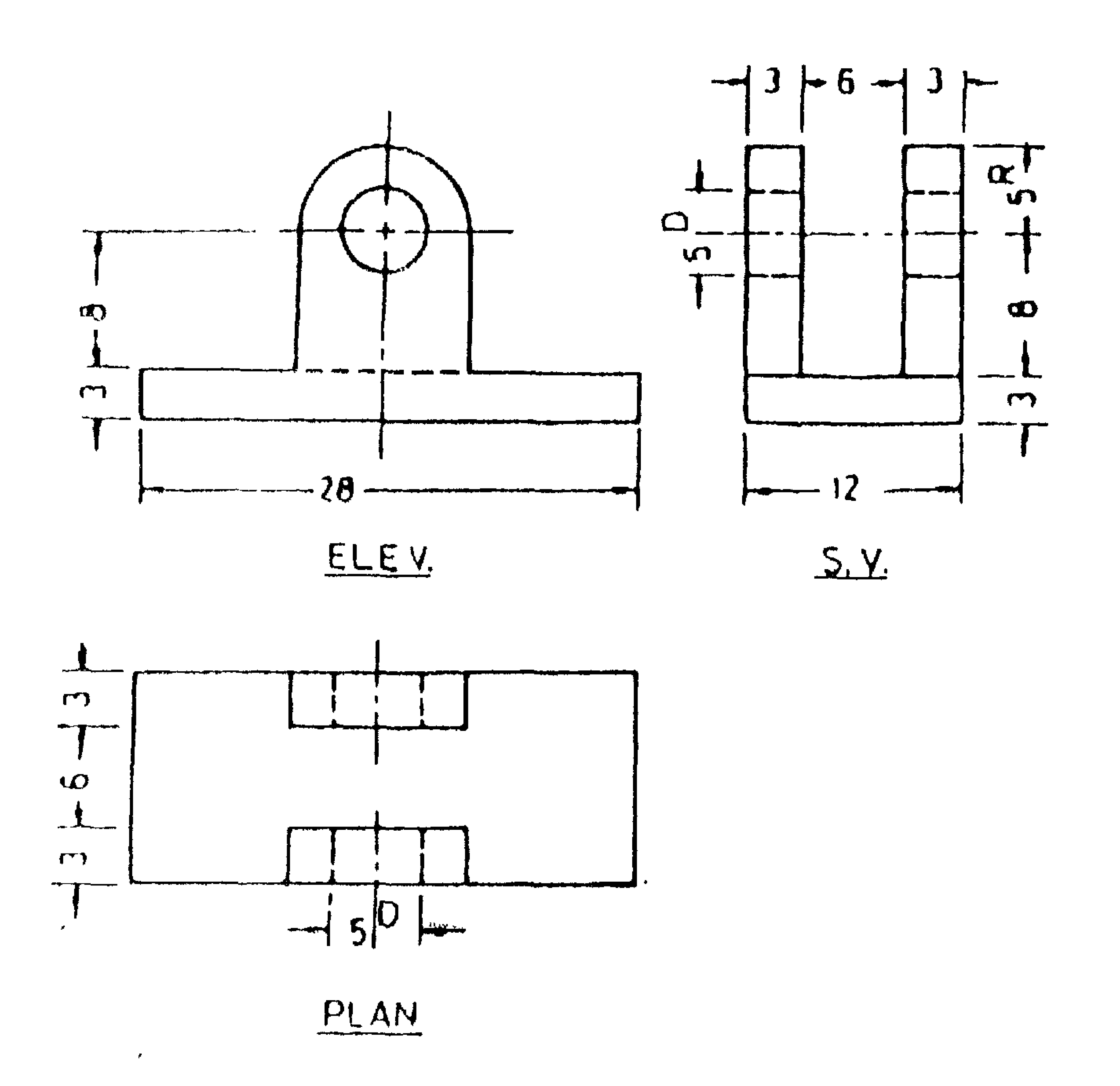

15
25
10
15
25
30

9

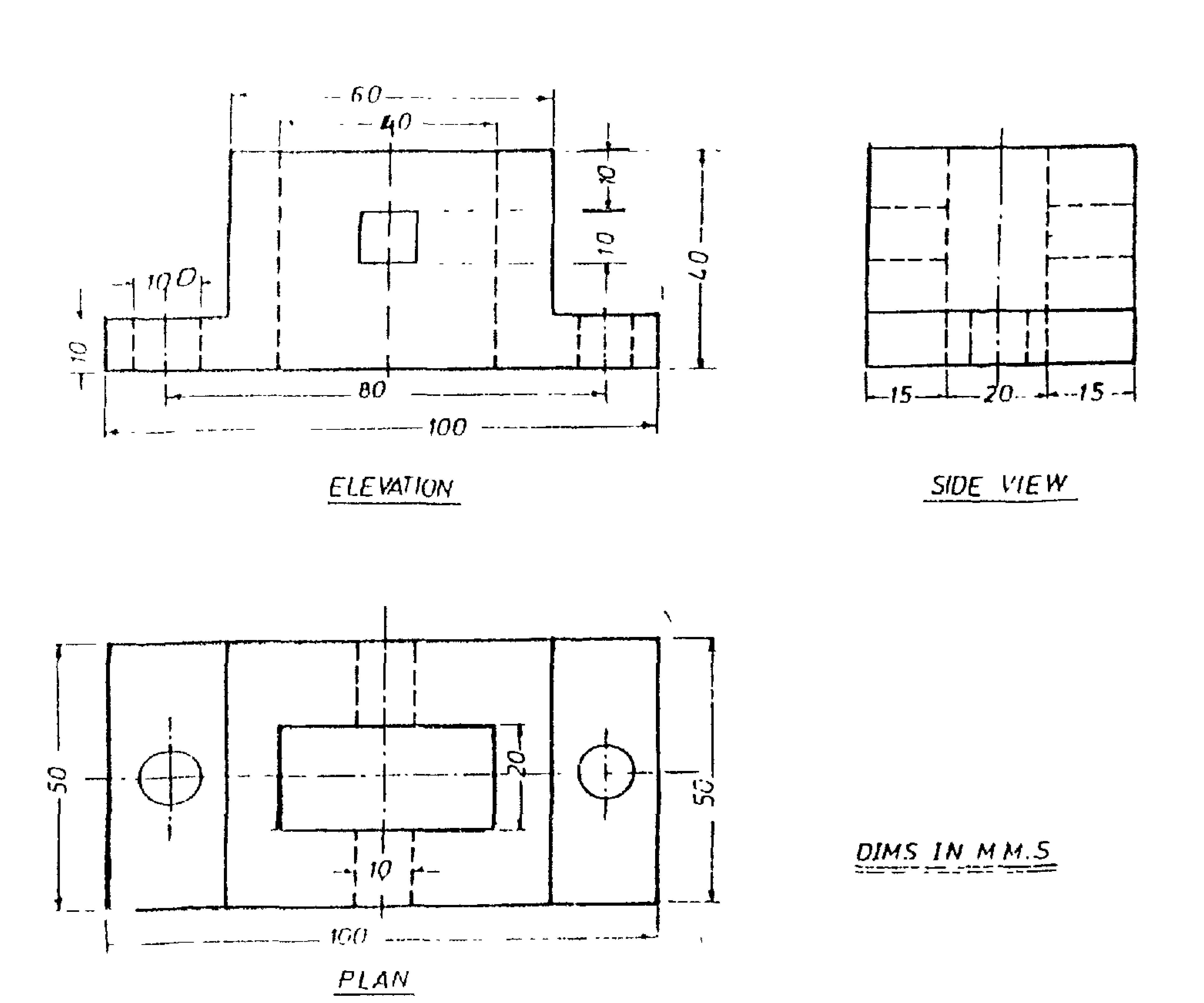

20R
42
52
16
105
ELEVATION
10R


40
SIDE VIEW

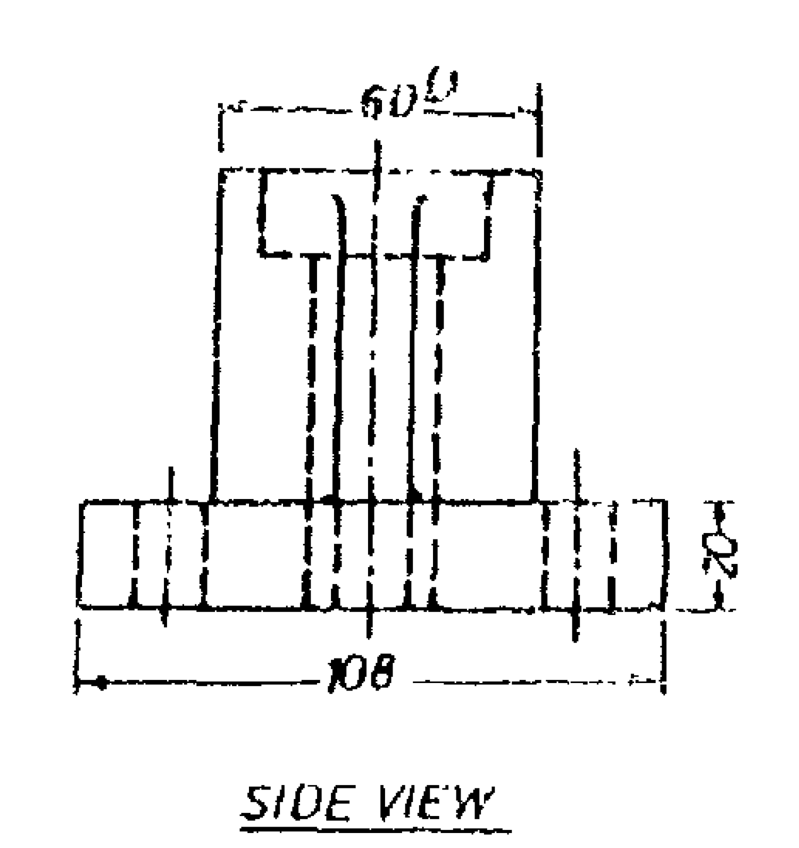
10


3
6
3
D
5
R
5
8
3
8
3
28
12
ELEV.
S.V.
3
6
3
5
D
PLAN

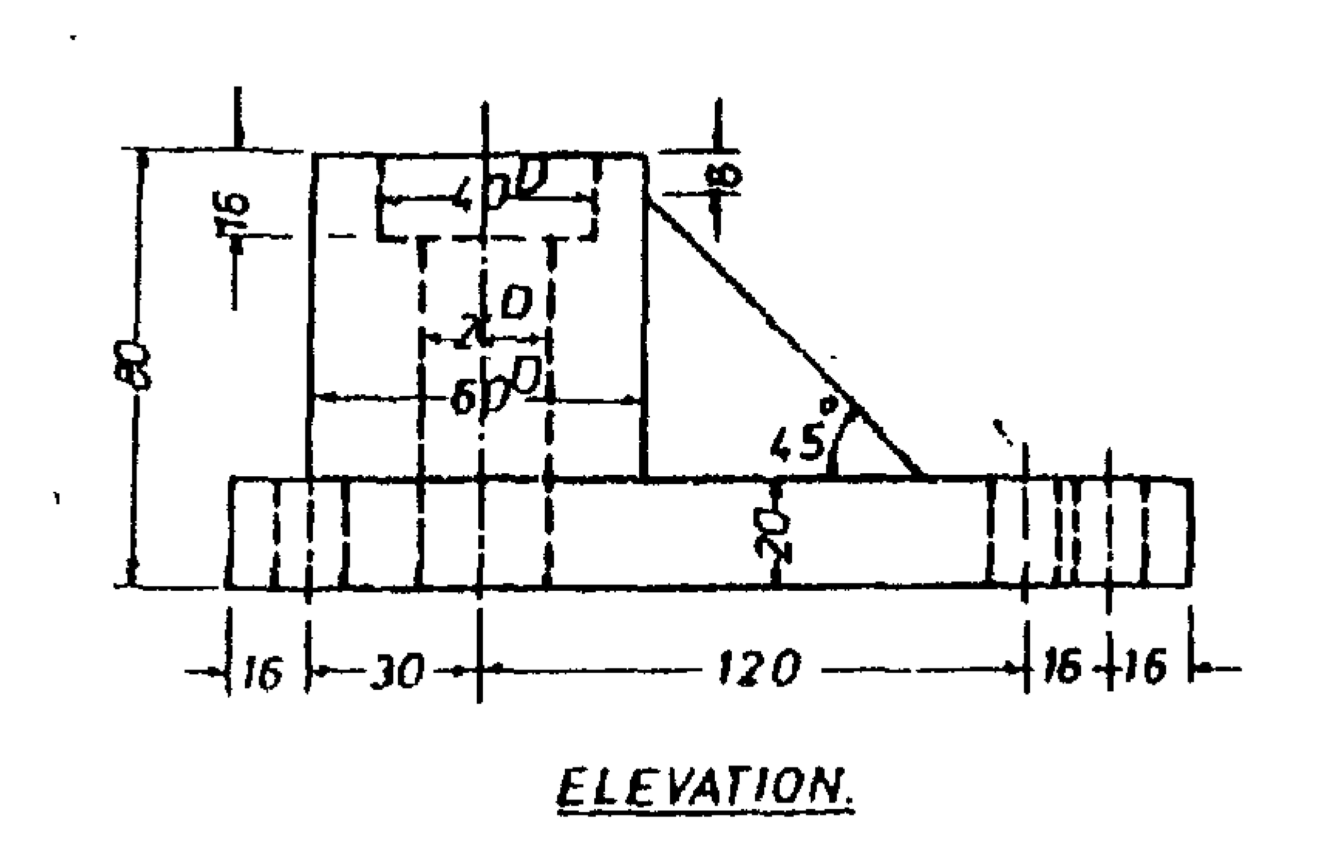
11


60
40
10
10
40
10 D
10
80
100
15
20
15
ELEVATION
SIDE VIEW
50
20
50
10
100
PLAN
DIMS IN M.M.S

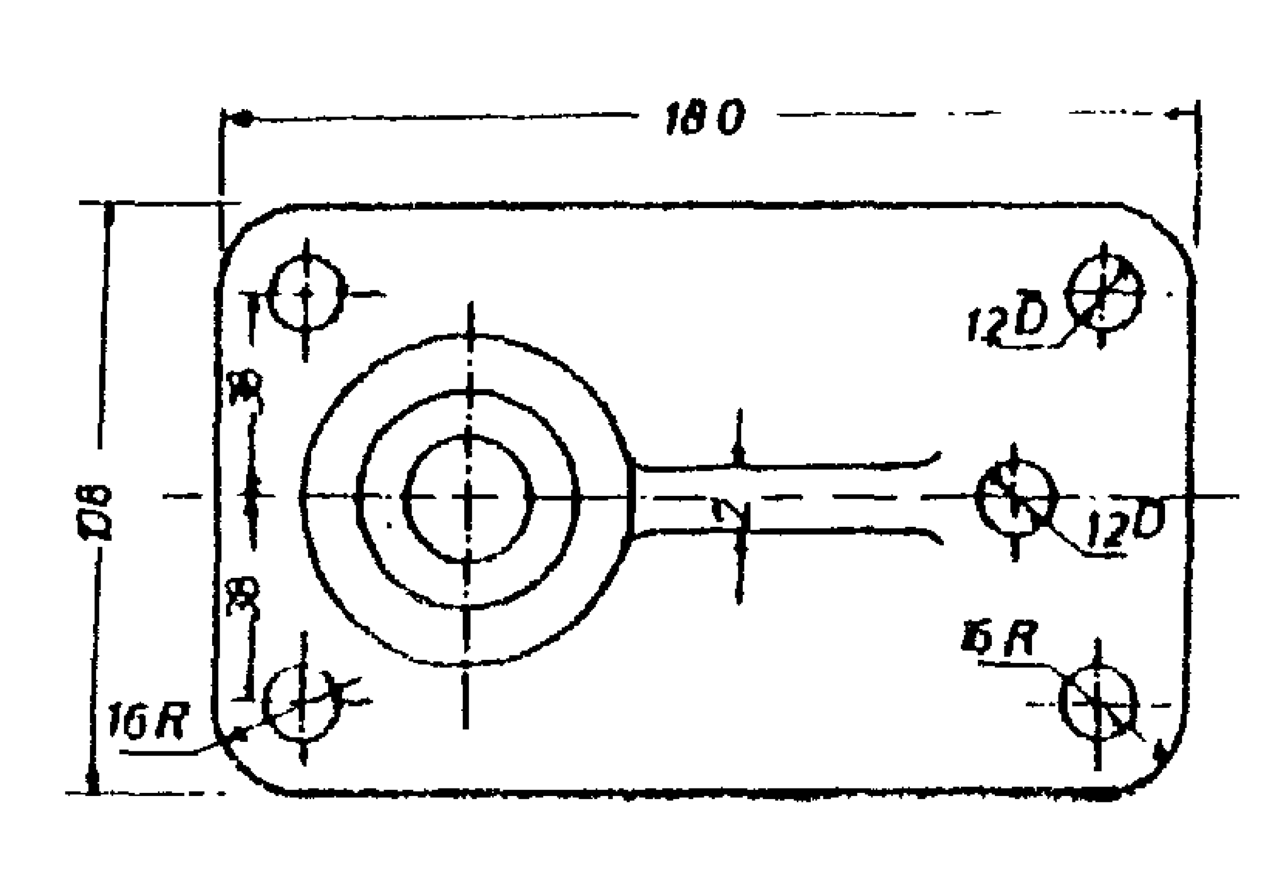
12



SIDE VIEW

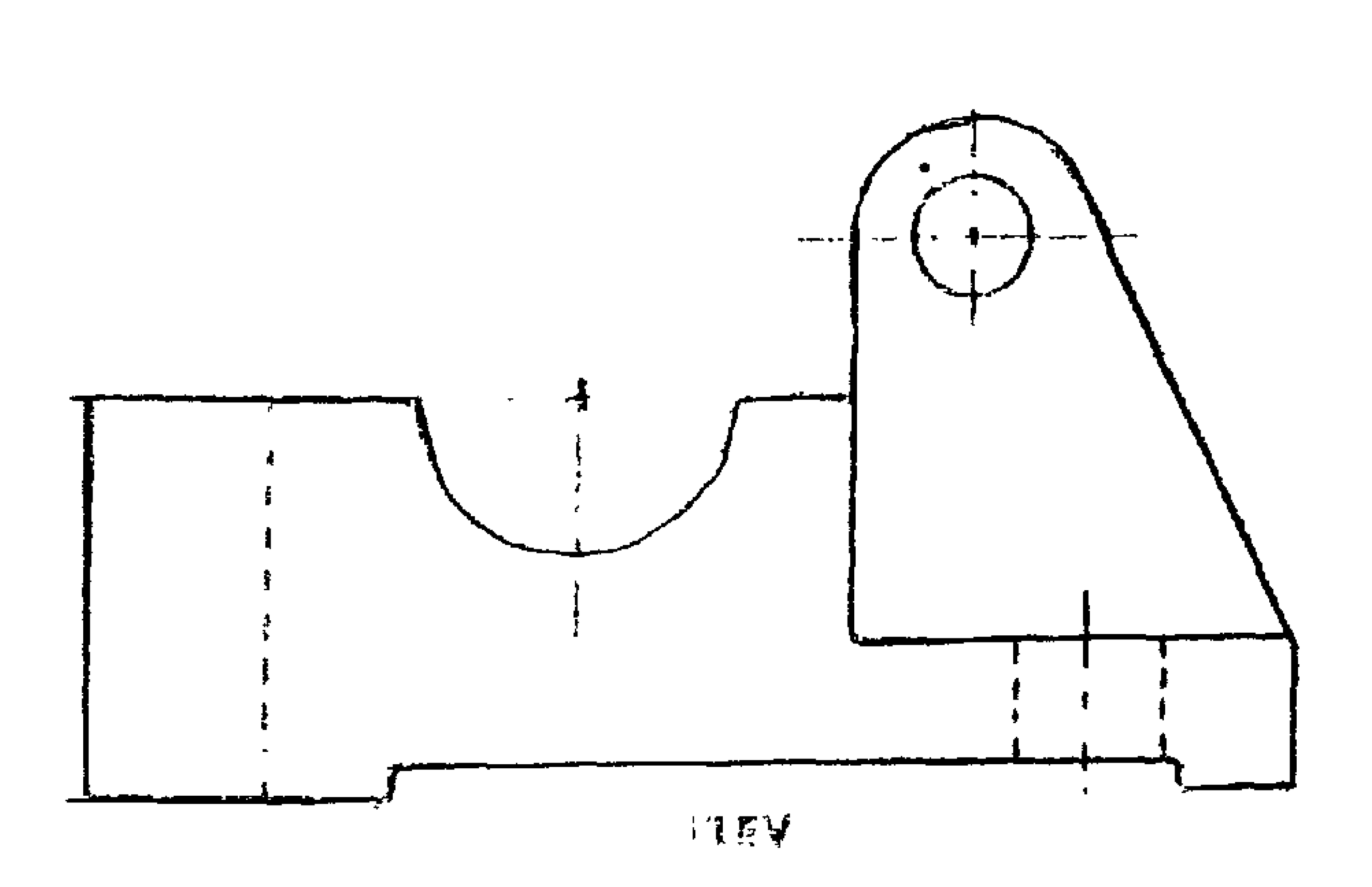


ELEVATION.

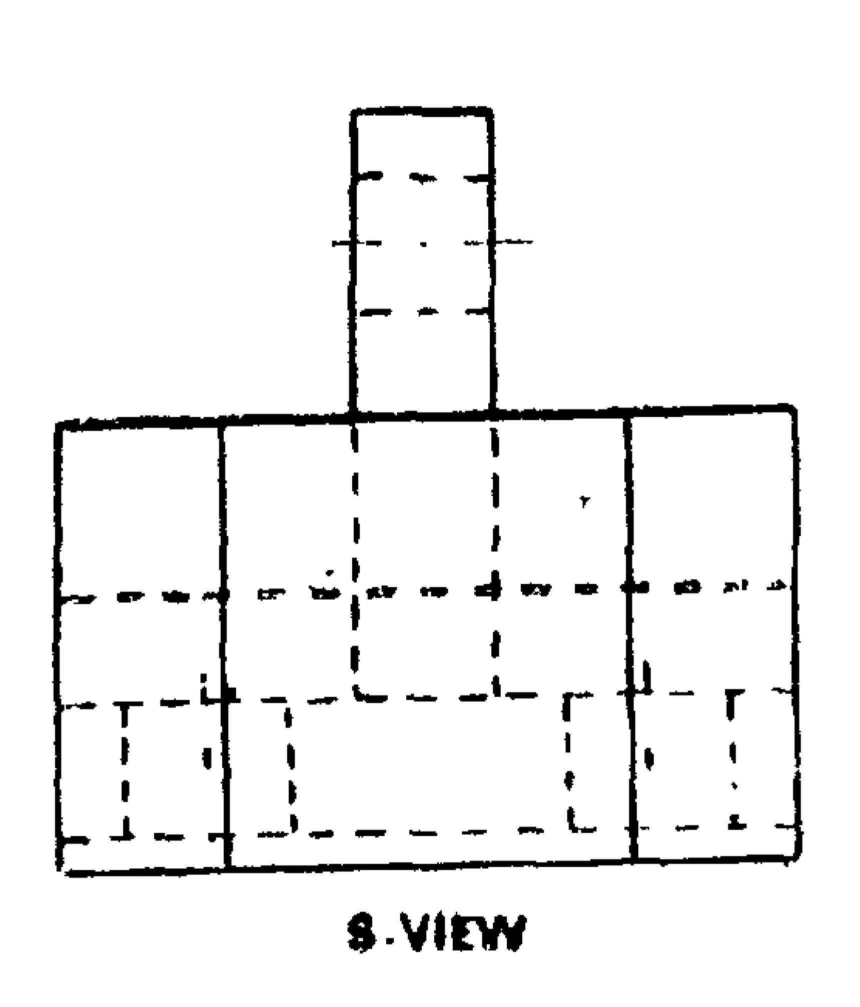


PLAN.

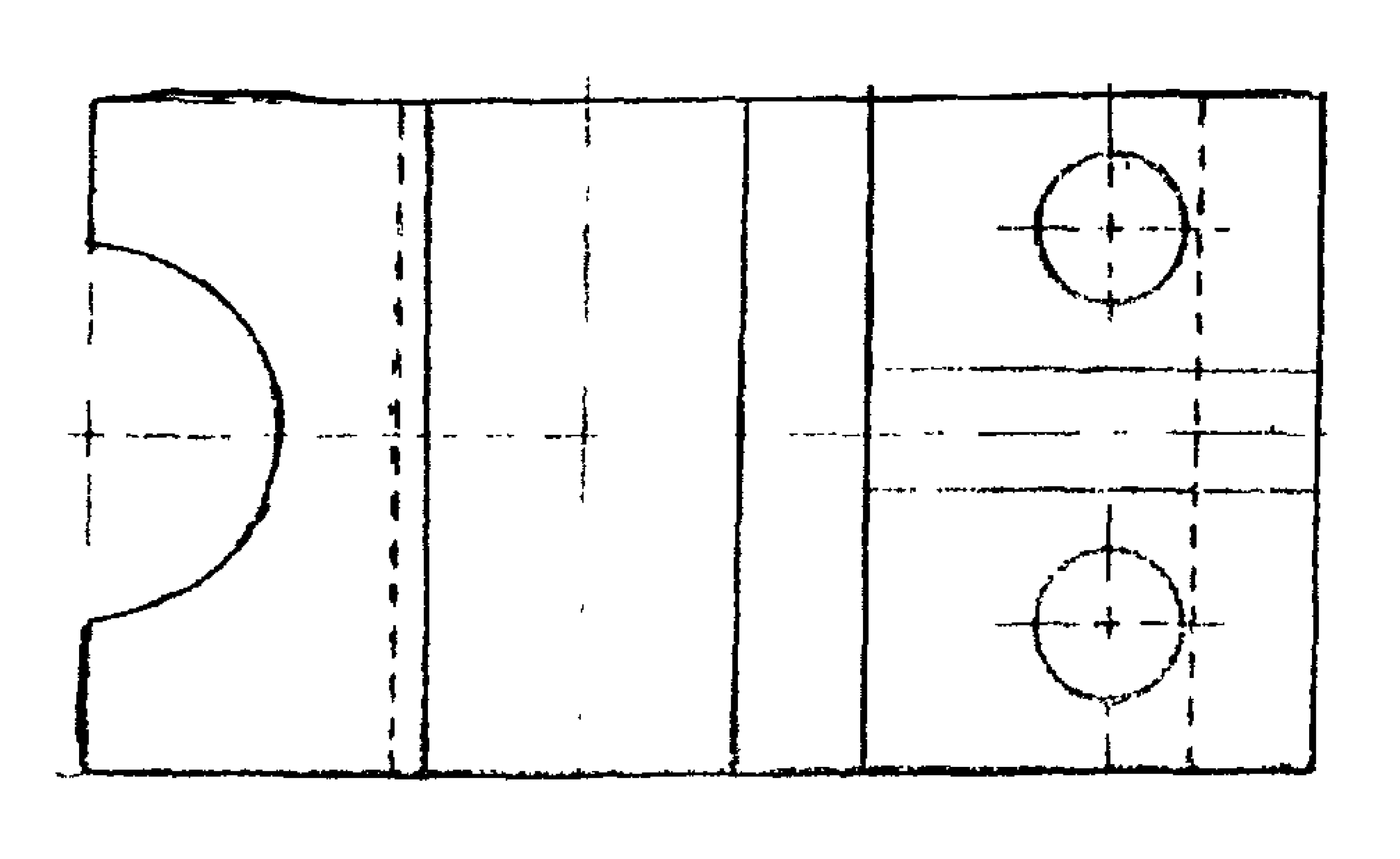
13



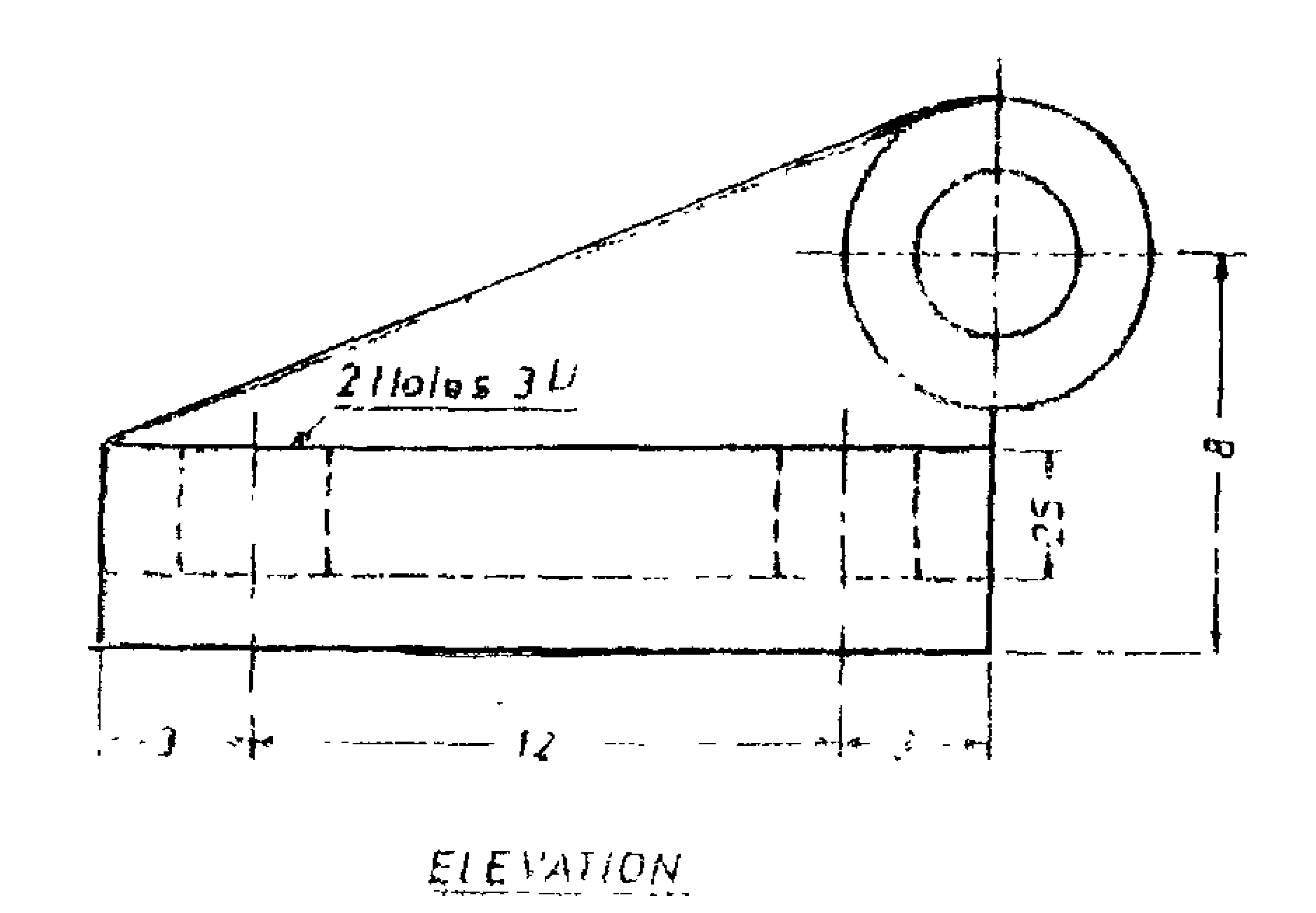
ELEV



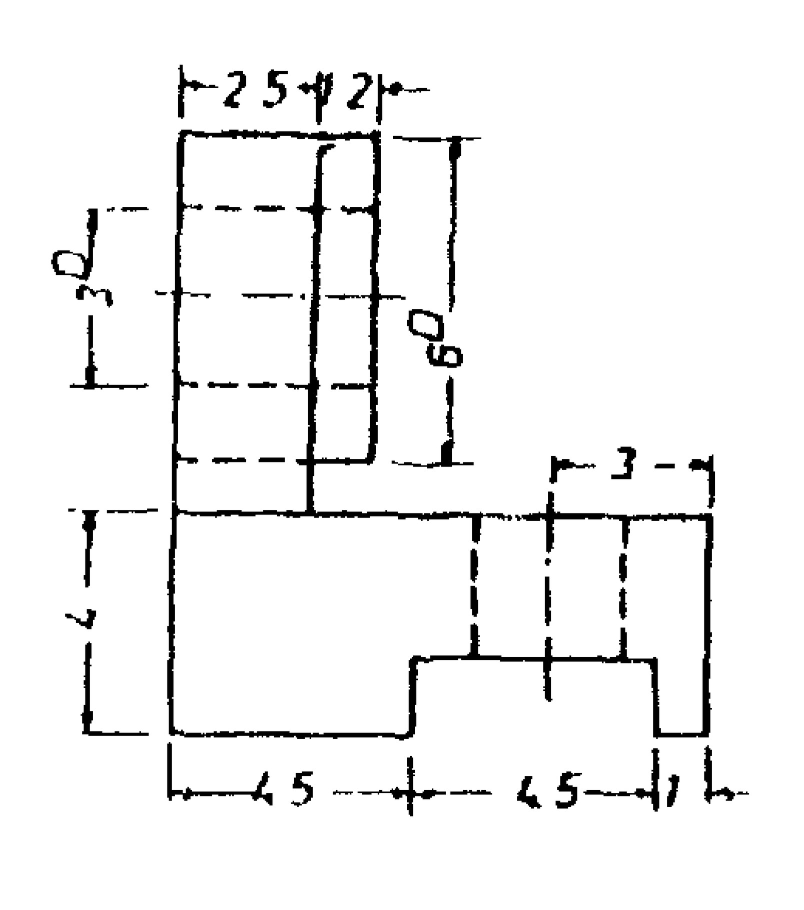
S.VIEW



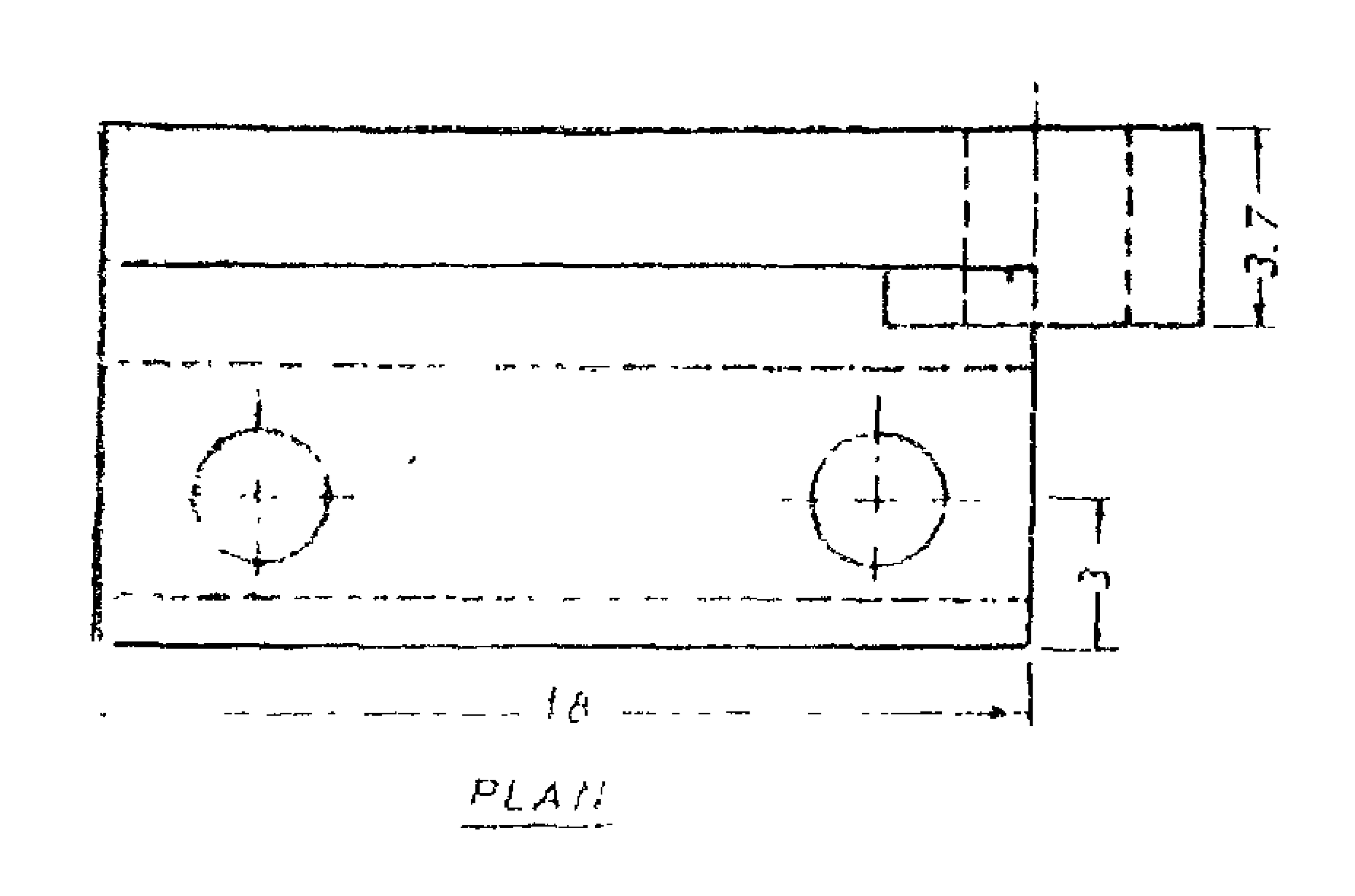
14



ELEVATION

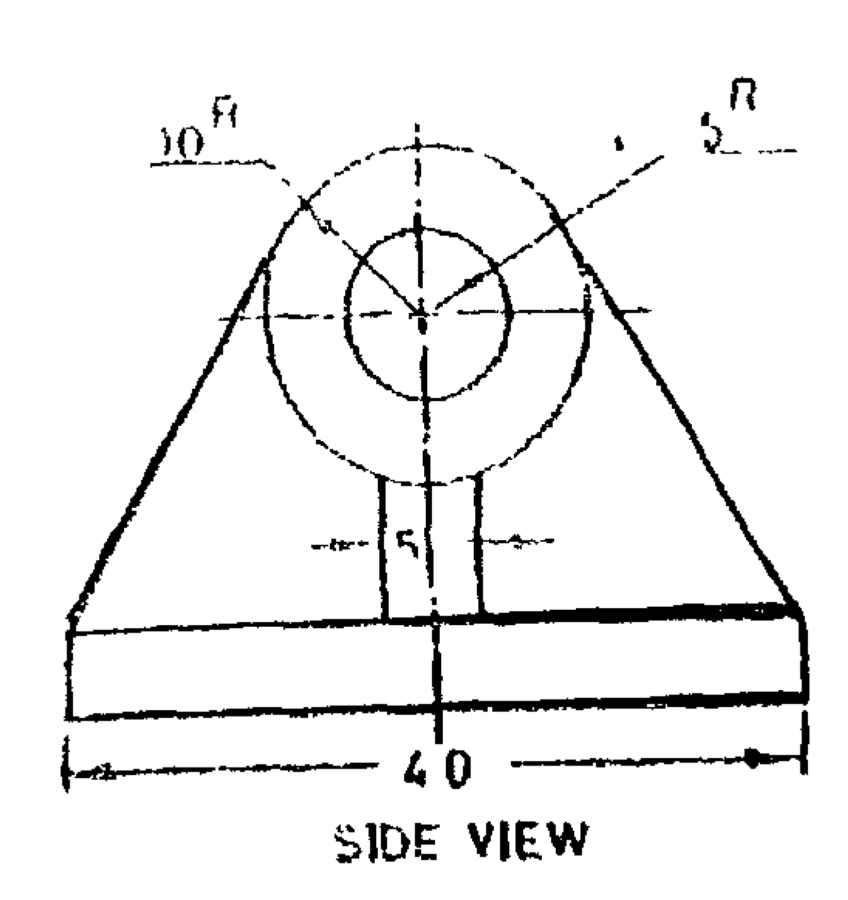


SIDE VIEW.



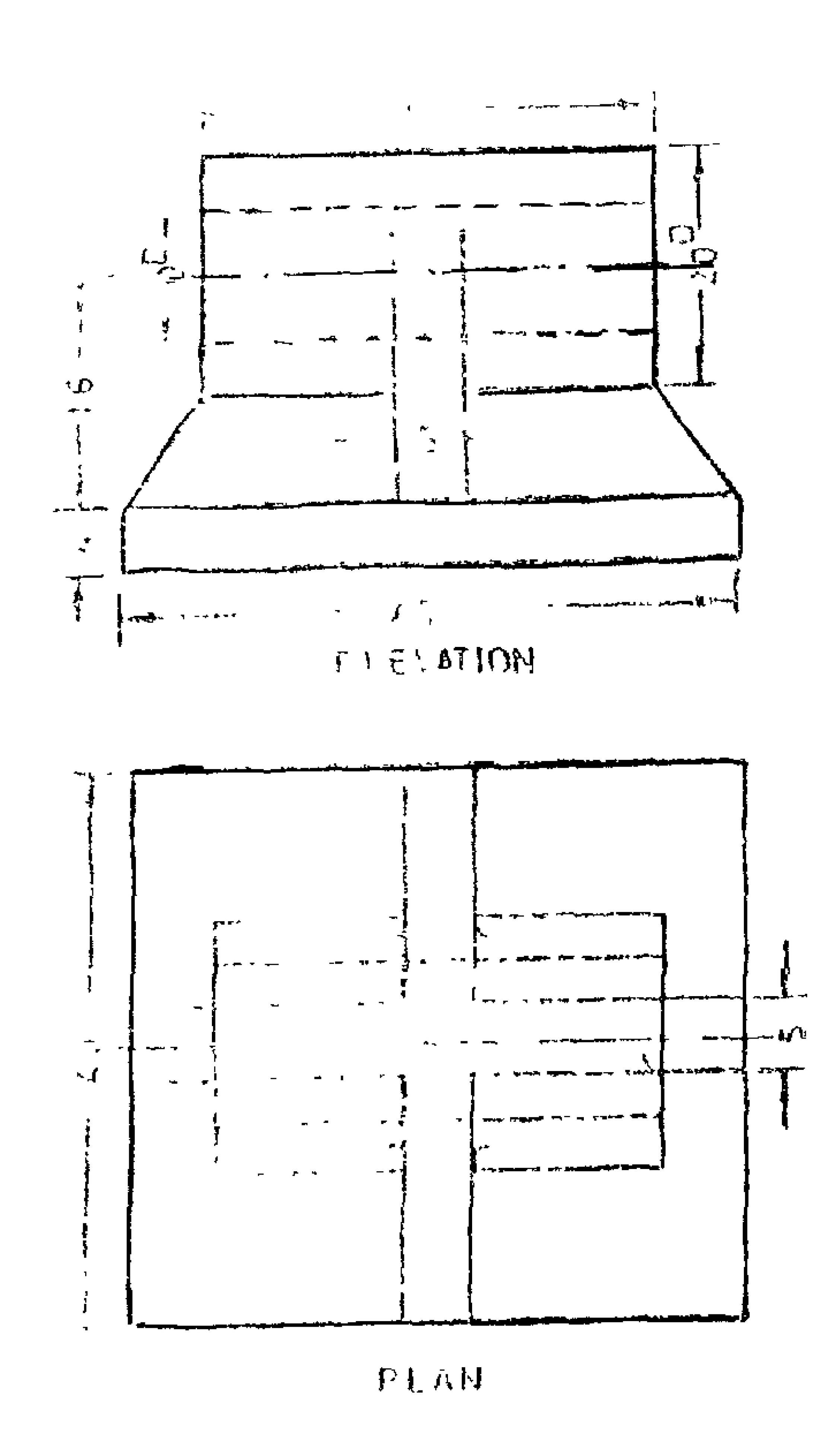
PLAN

15



SIDE VIEW

ELEVATION



PLAN

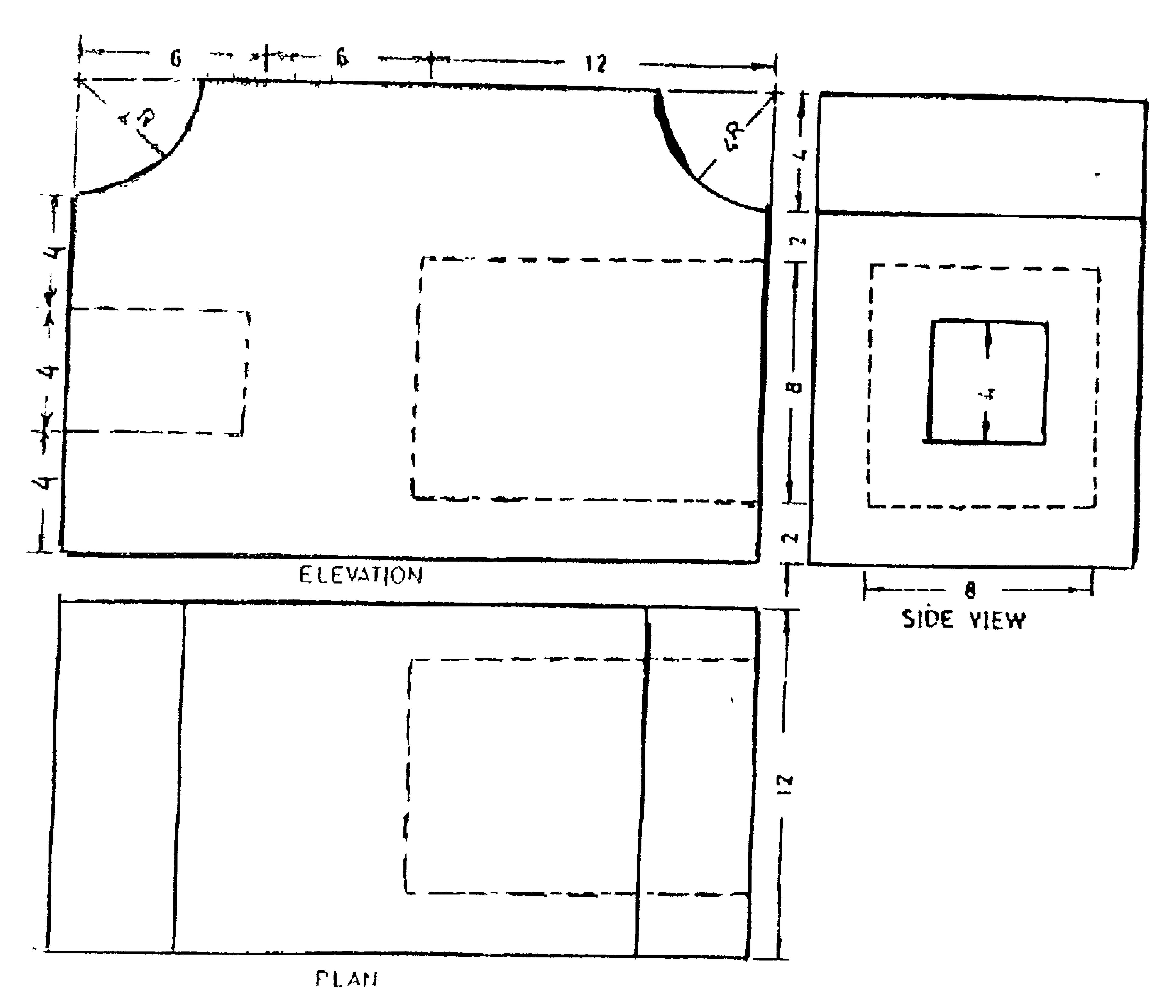
16

34
14
30D
50
30D
90
ELEVATION

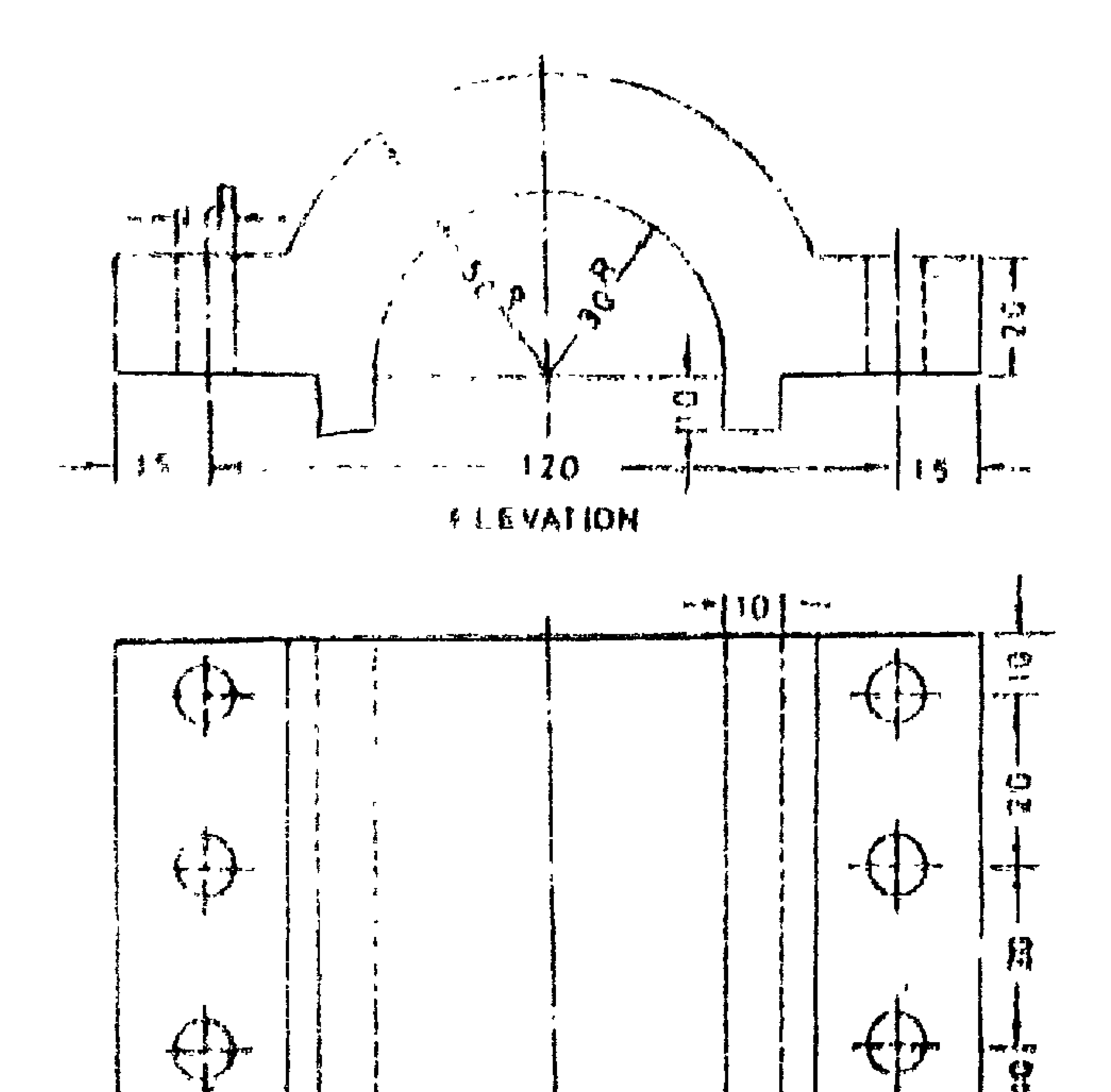
34
8
14
30D
30
30D
55
SIDE VIEW

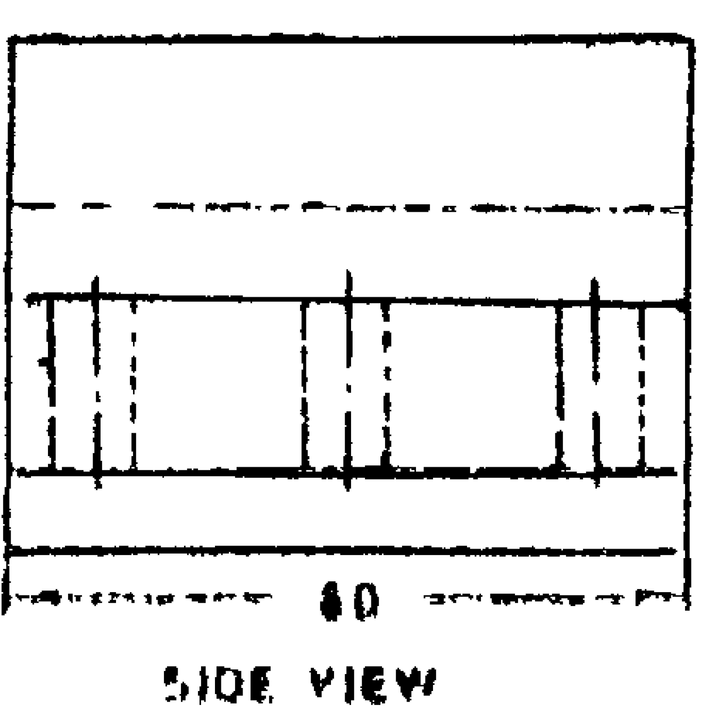
17.5R
55
8
10R
4 HOLES 6.5D
PLAN

17

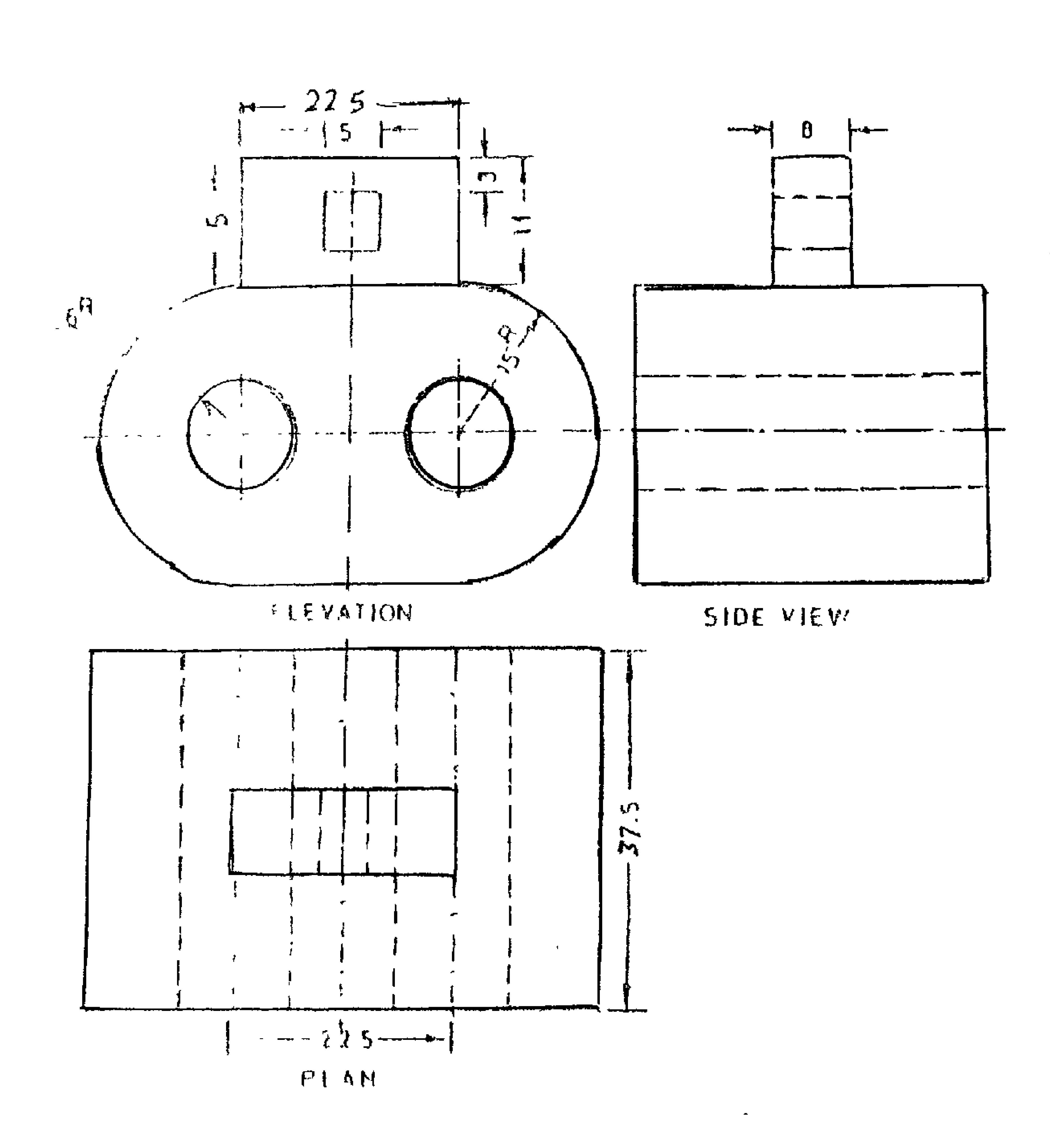


18

15
120
15
ELEVATION
10
20
PLAN


80
SIDE VIEW

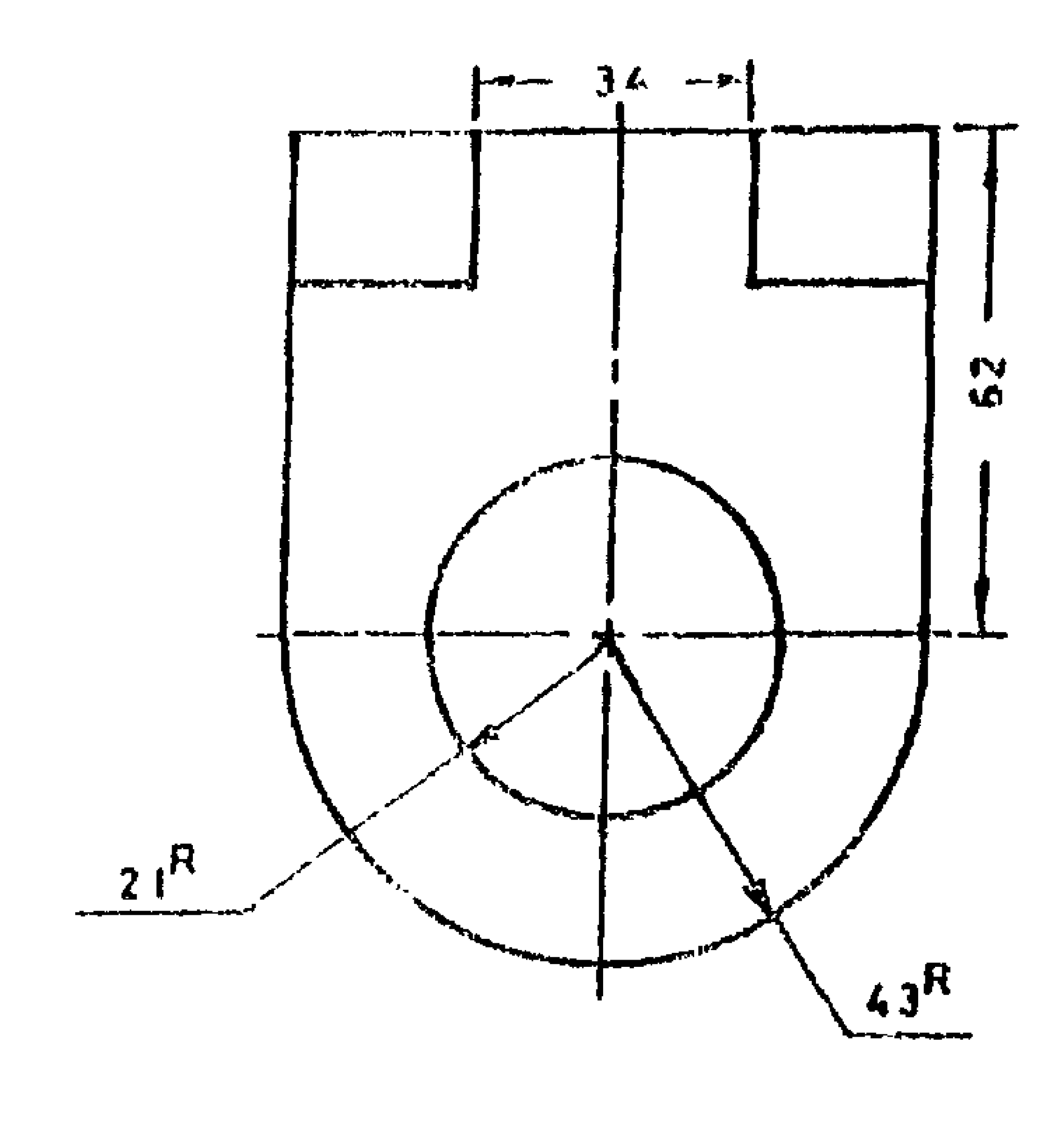
19

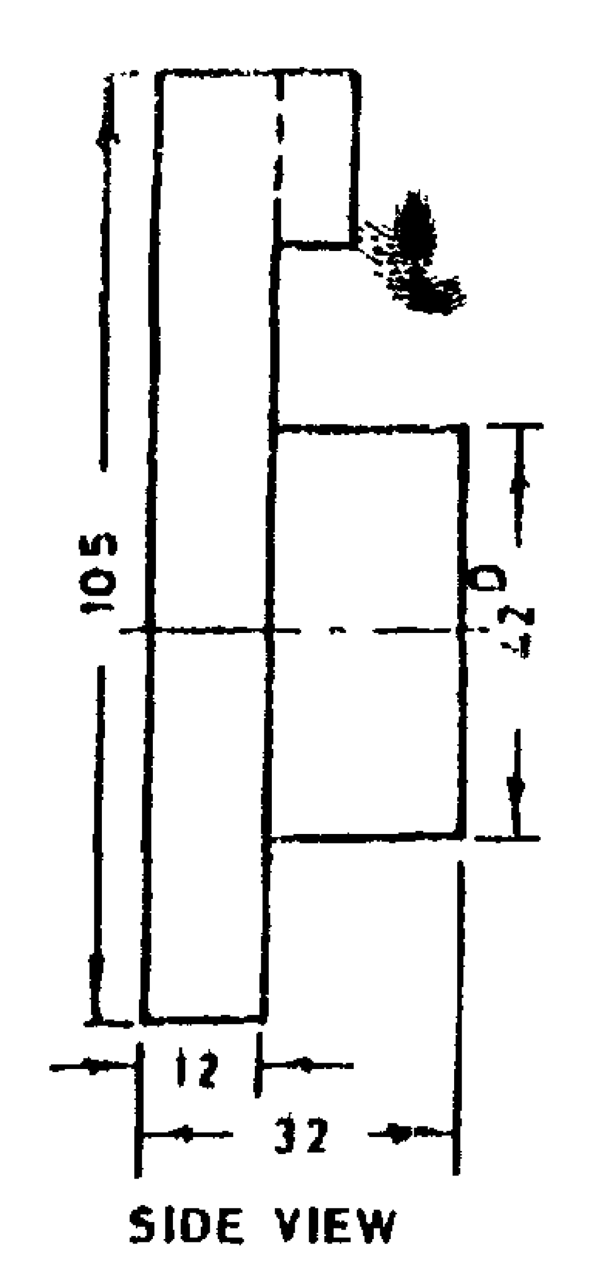

22.5
15
5
3
11
ELEVATION
SIDE VIEW
37.5
22.5
PLAN

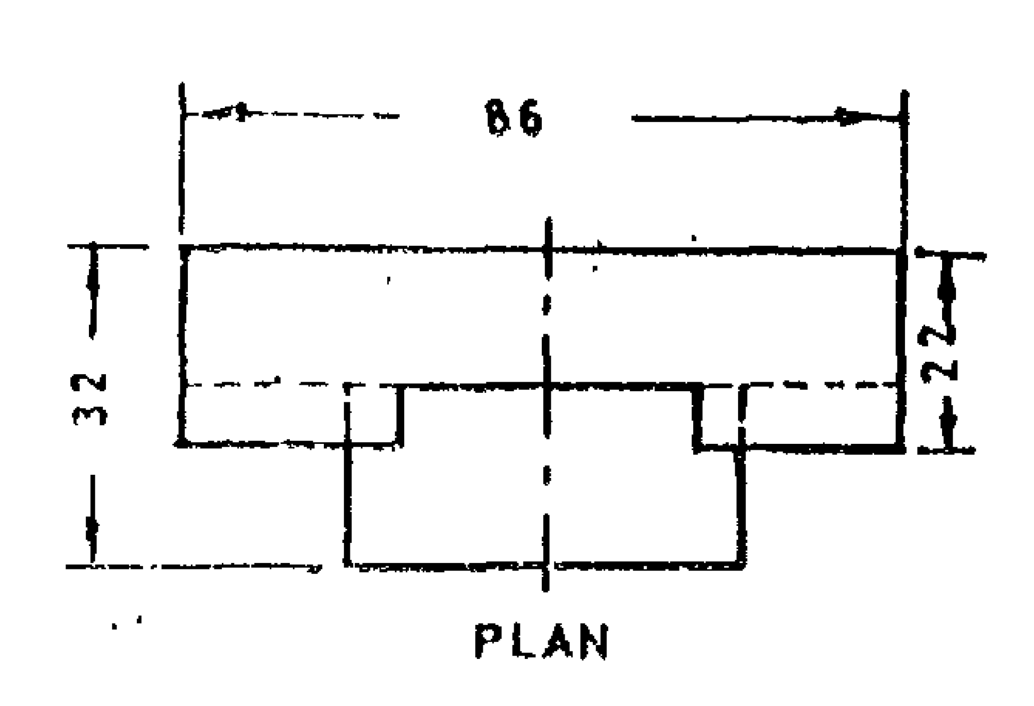
20



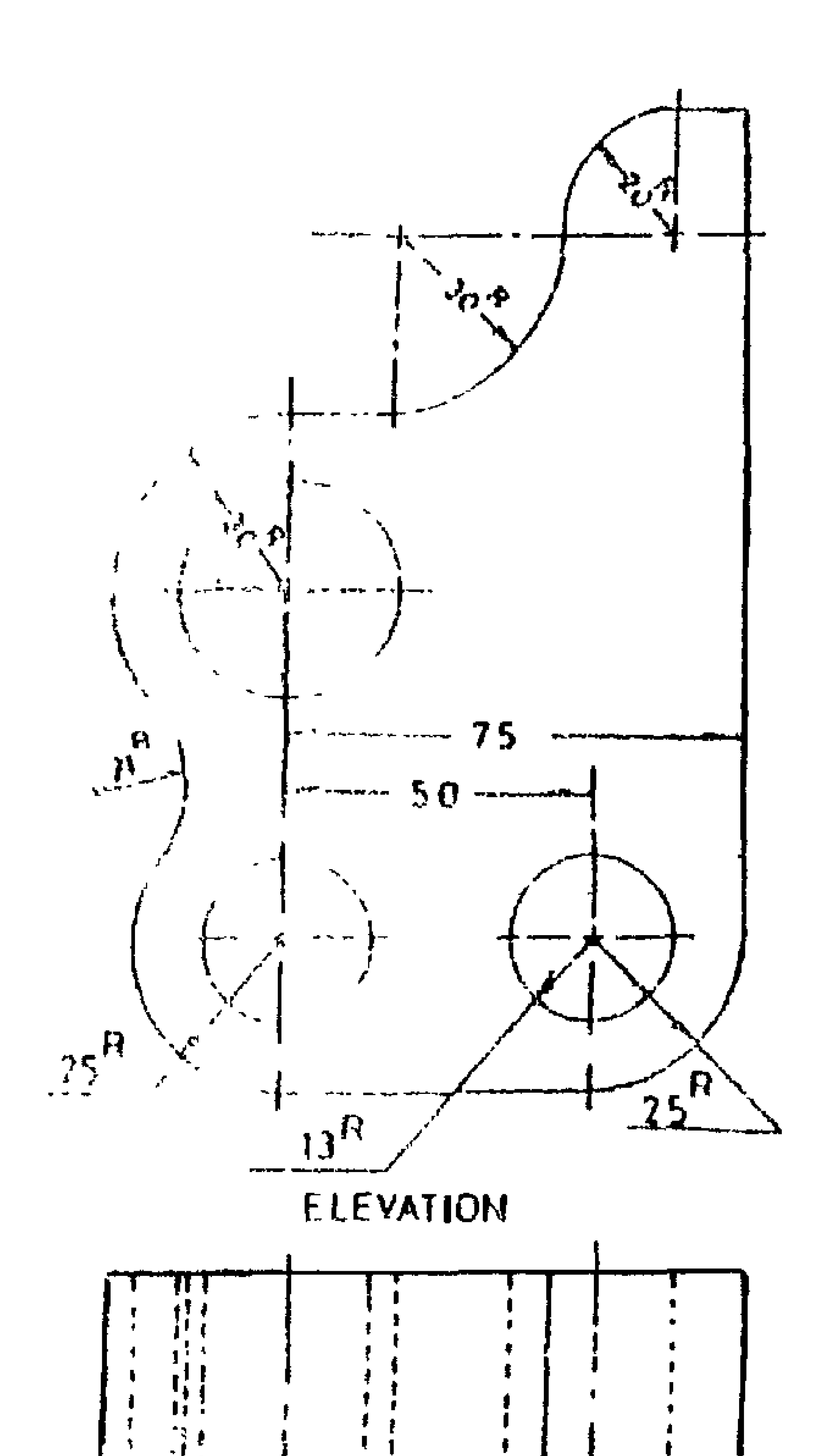
28
2
5
21
8
75
ELEVATION
SIDE VIEW
30
15
10
17
17
PLAN
21
12R
16
32R
8
32
28
11
6
11
120
22

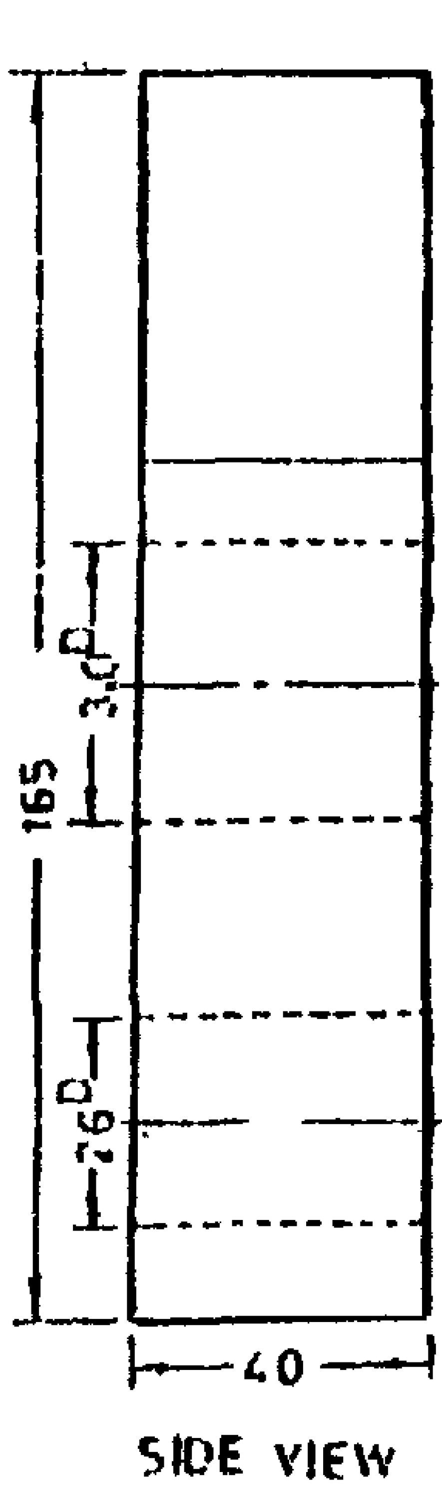

34
62
21R
43R
ELEVATION


105
42D
12
32
SIDE VIEW

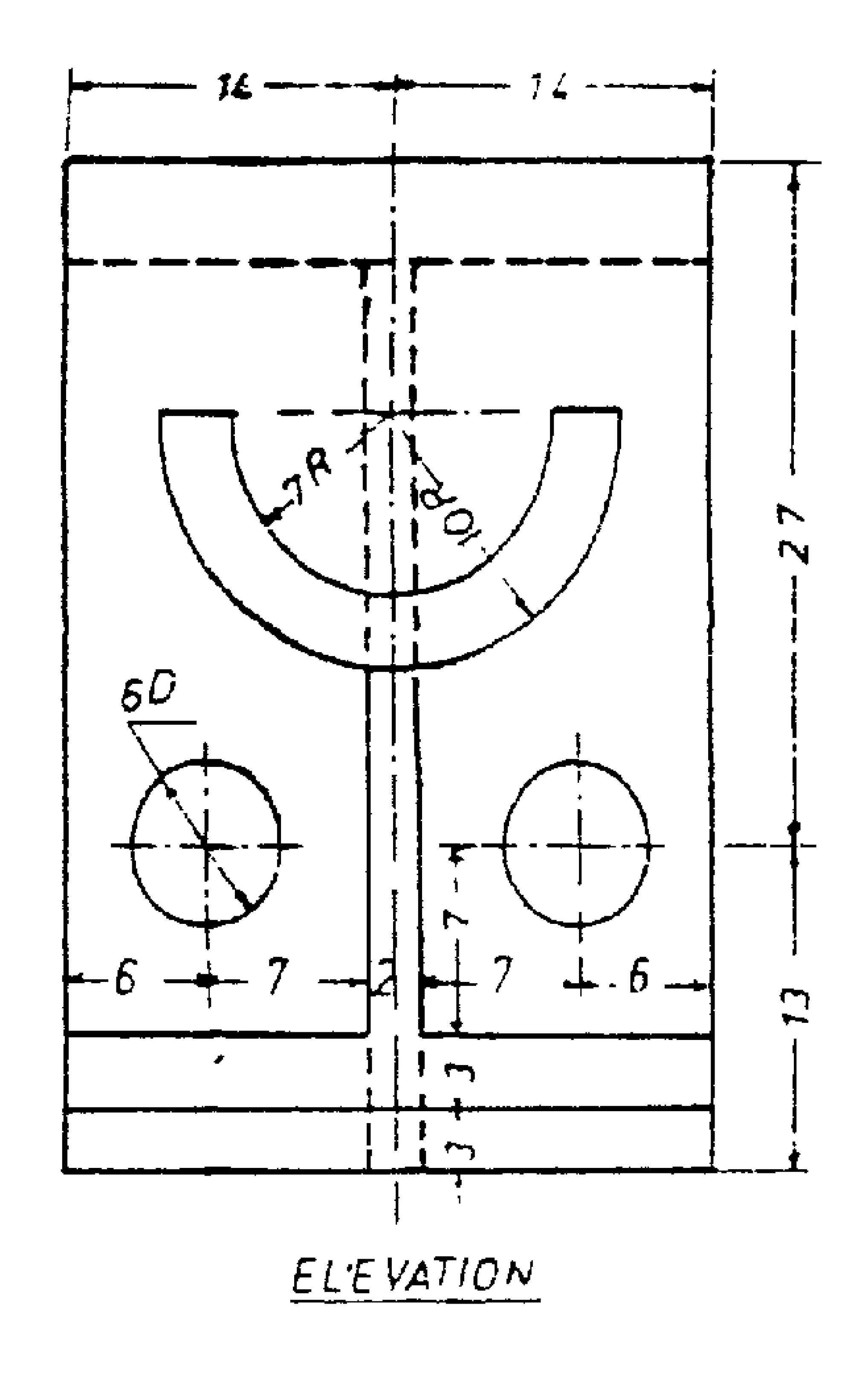

86
32
22
PLAN

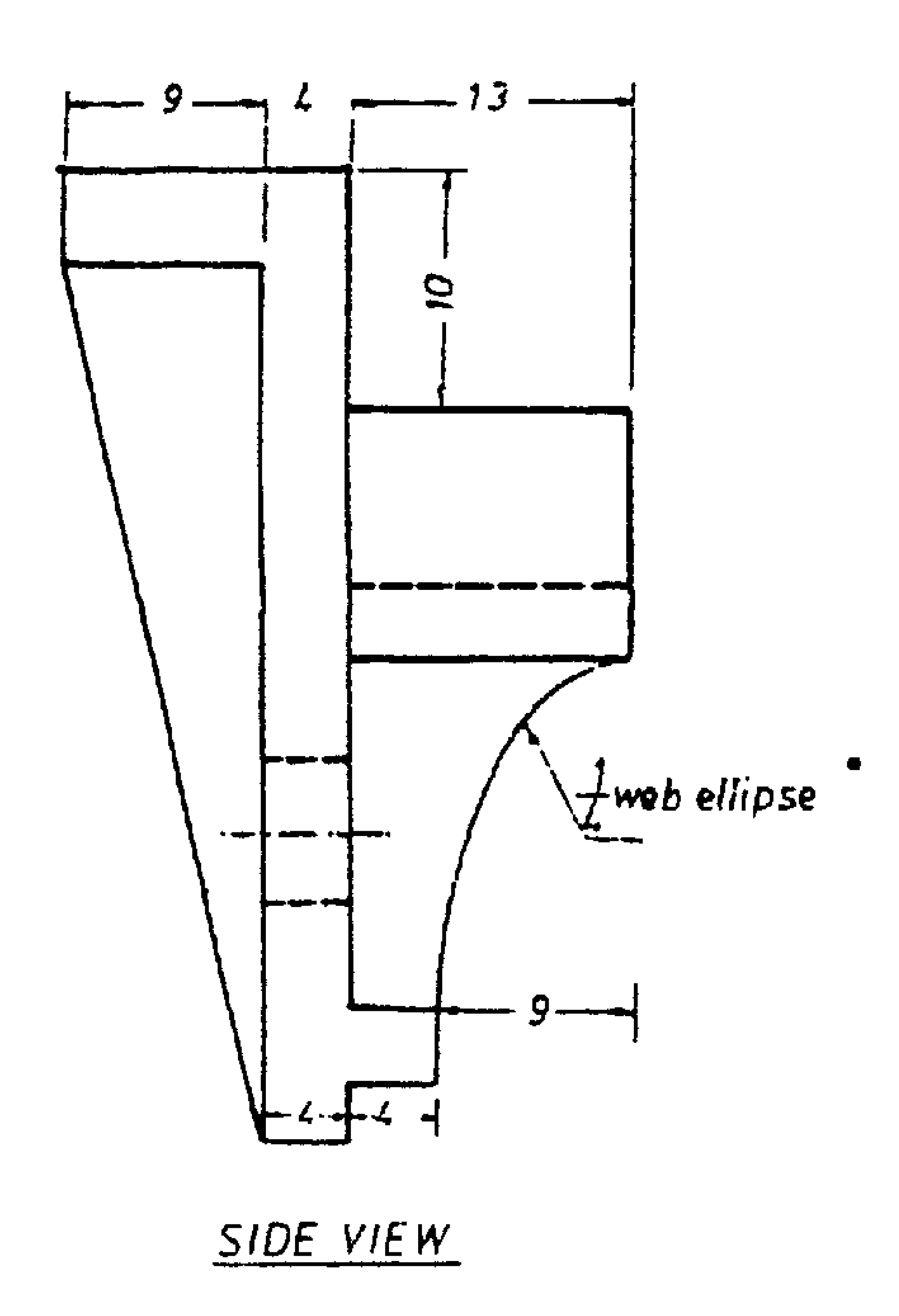
23

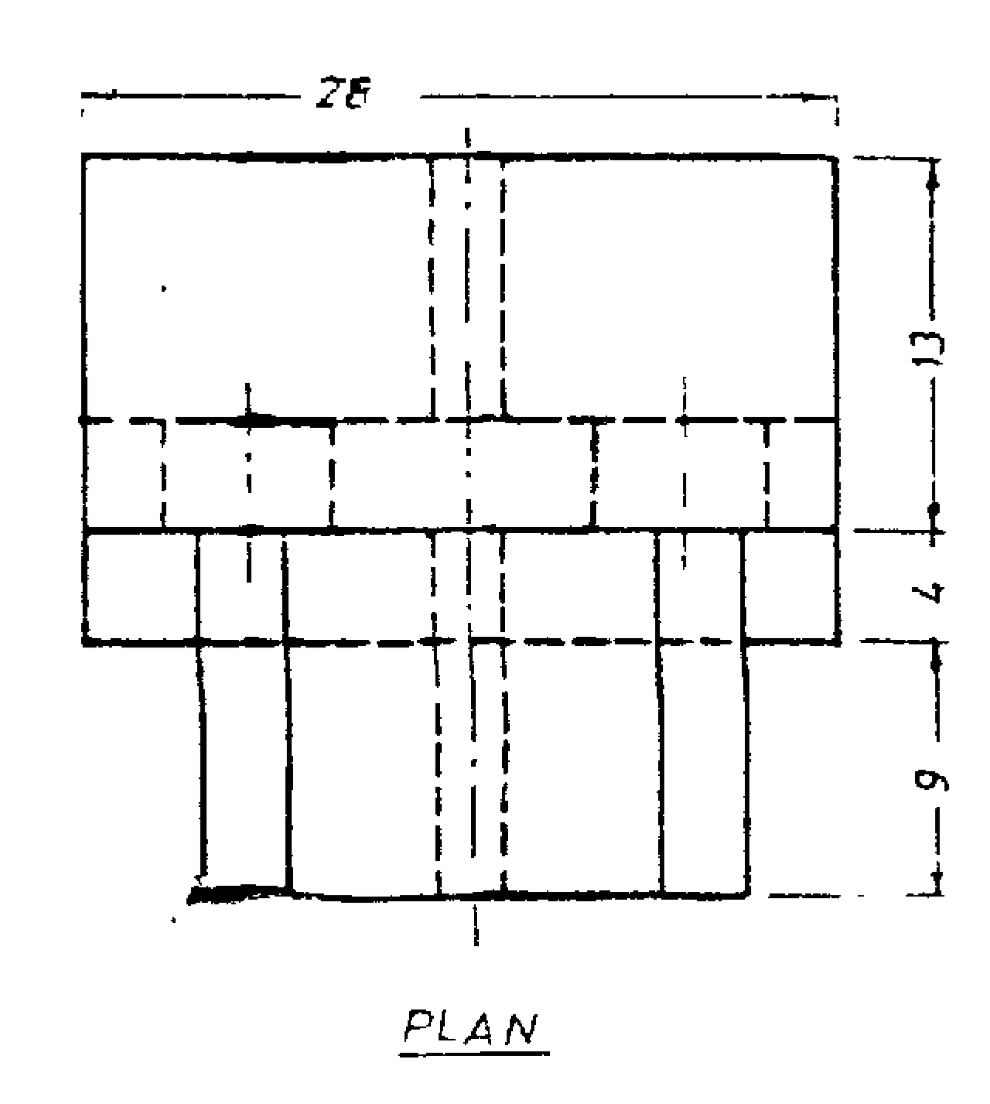

75
50
25R
13R
25R
ELEVATION
PLAN


165
30D
26D
40
SIDE VIEW

24

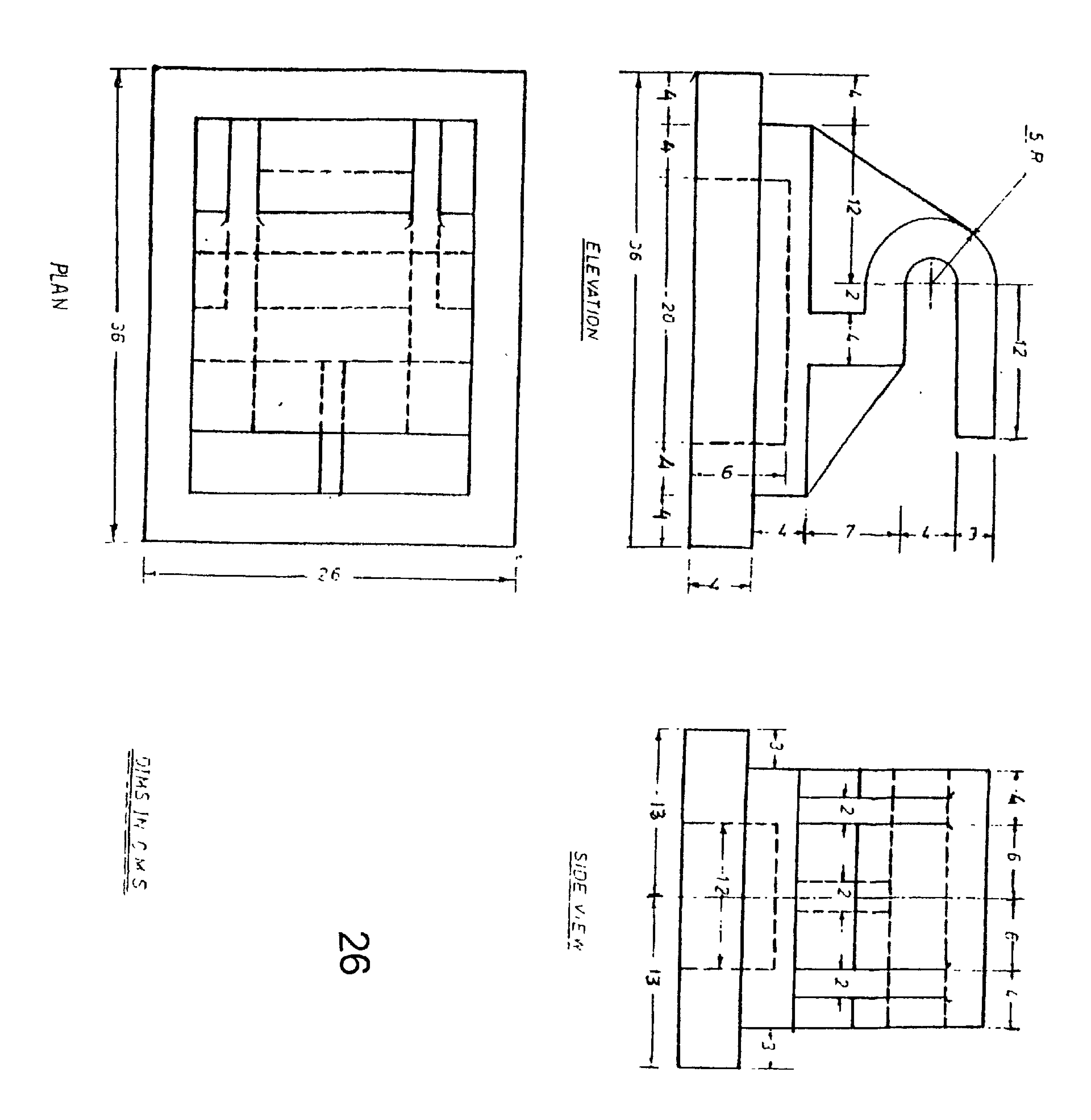




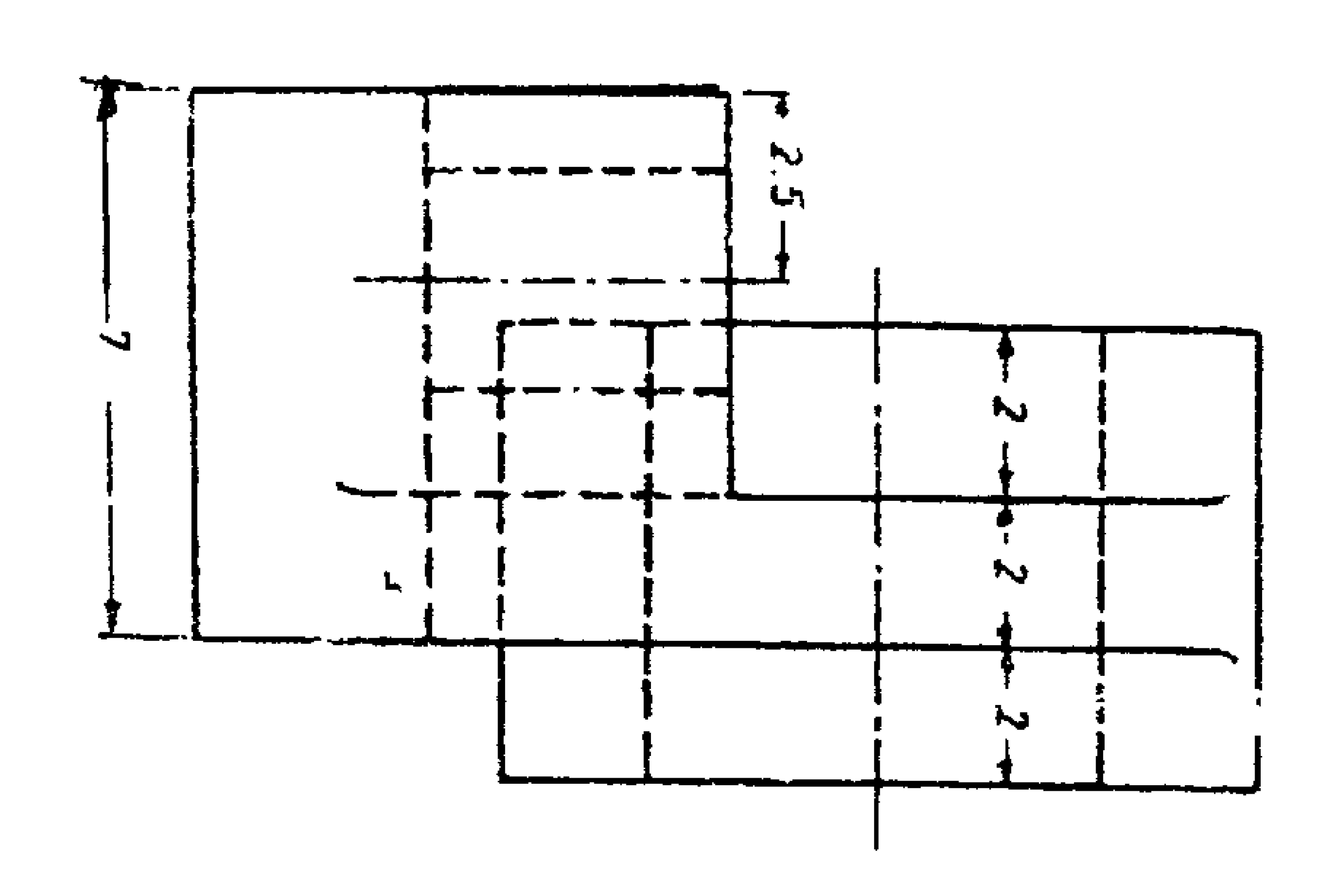


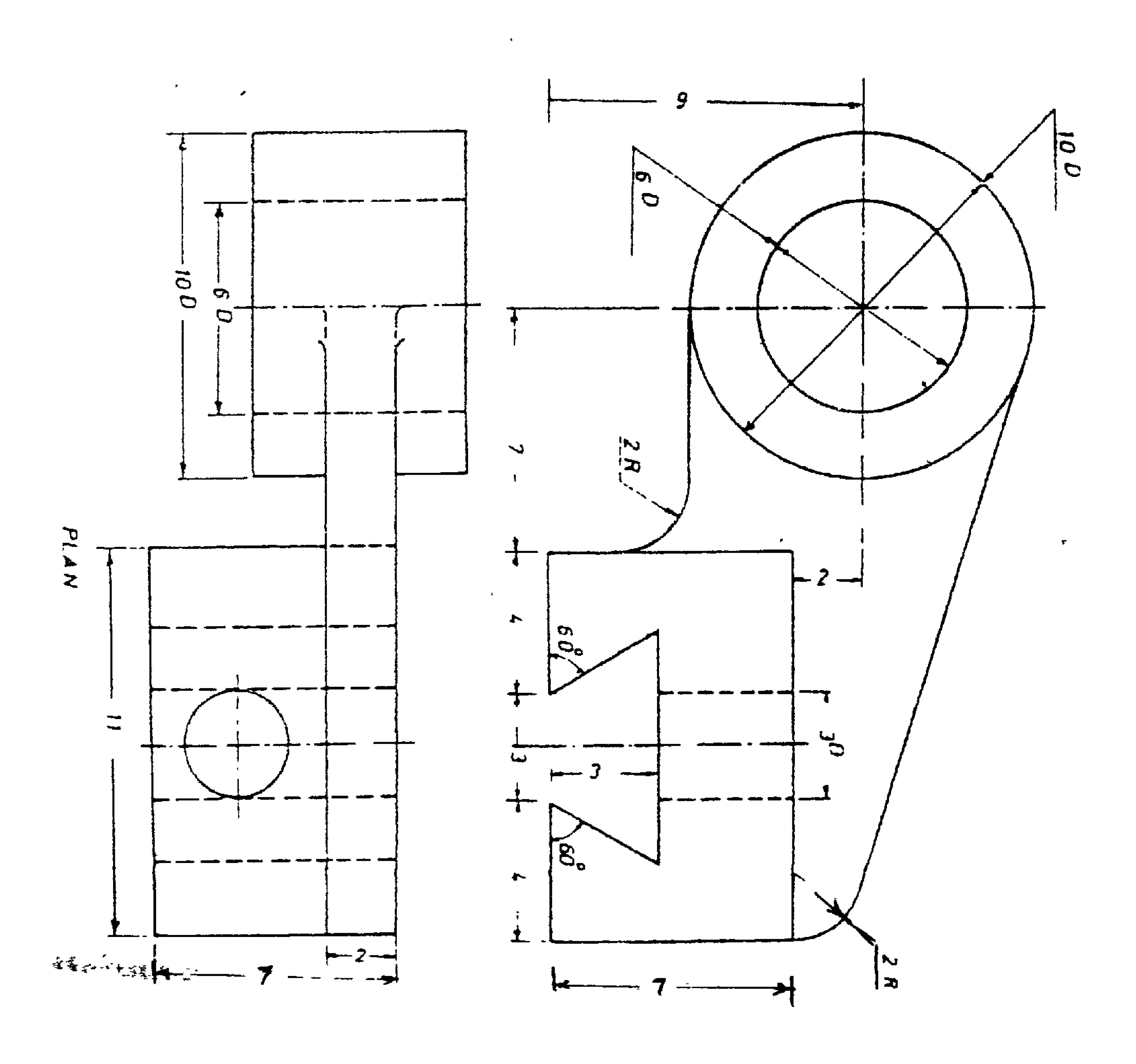
25

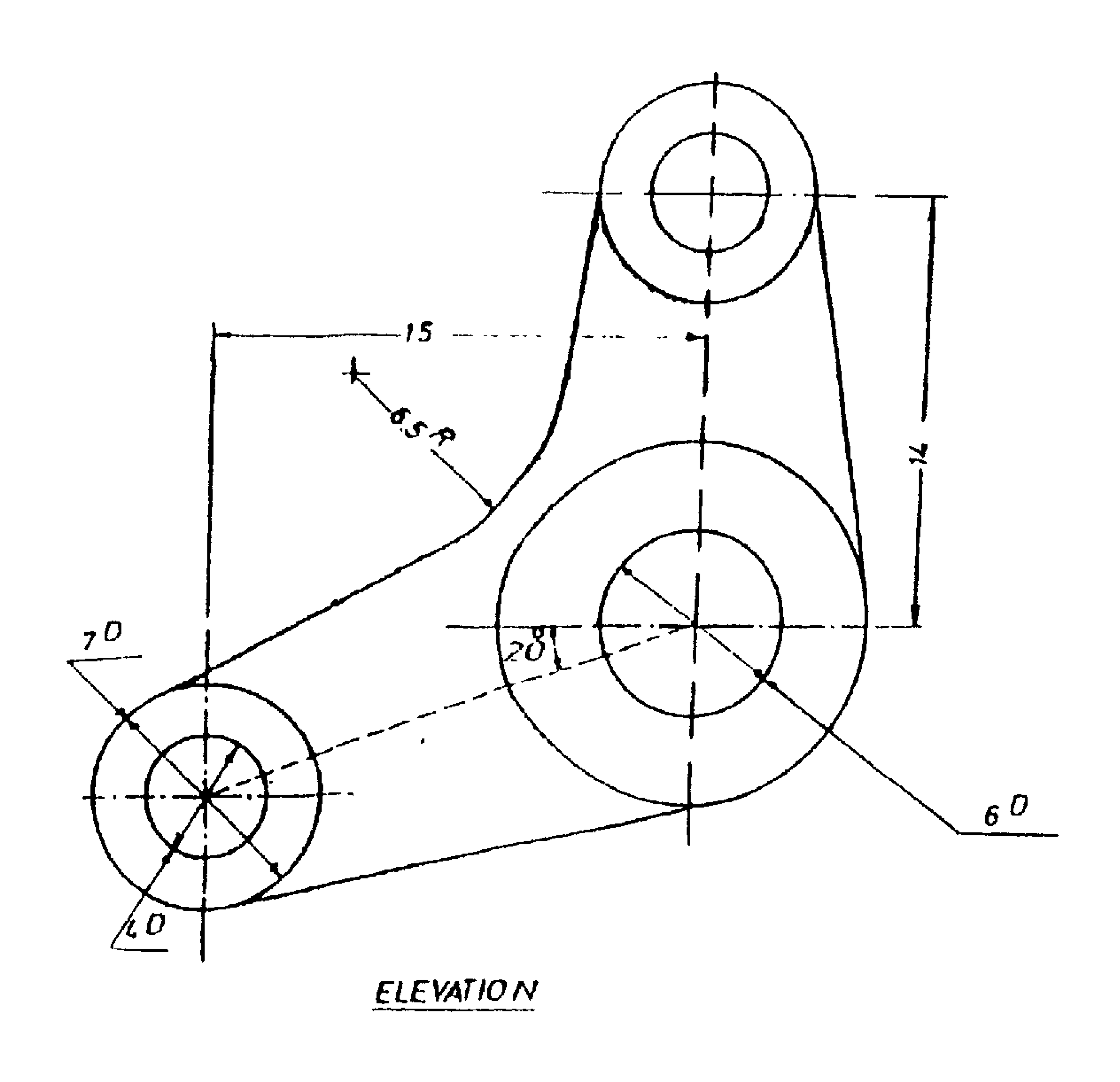
DIMS IN CMS

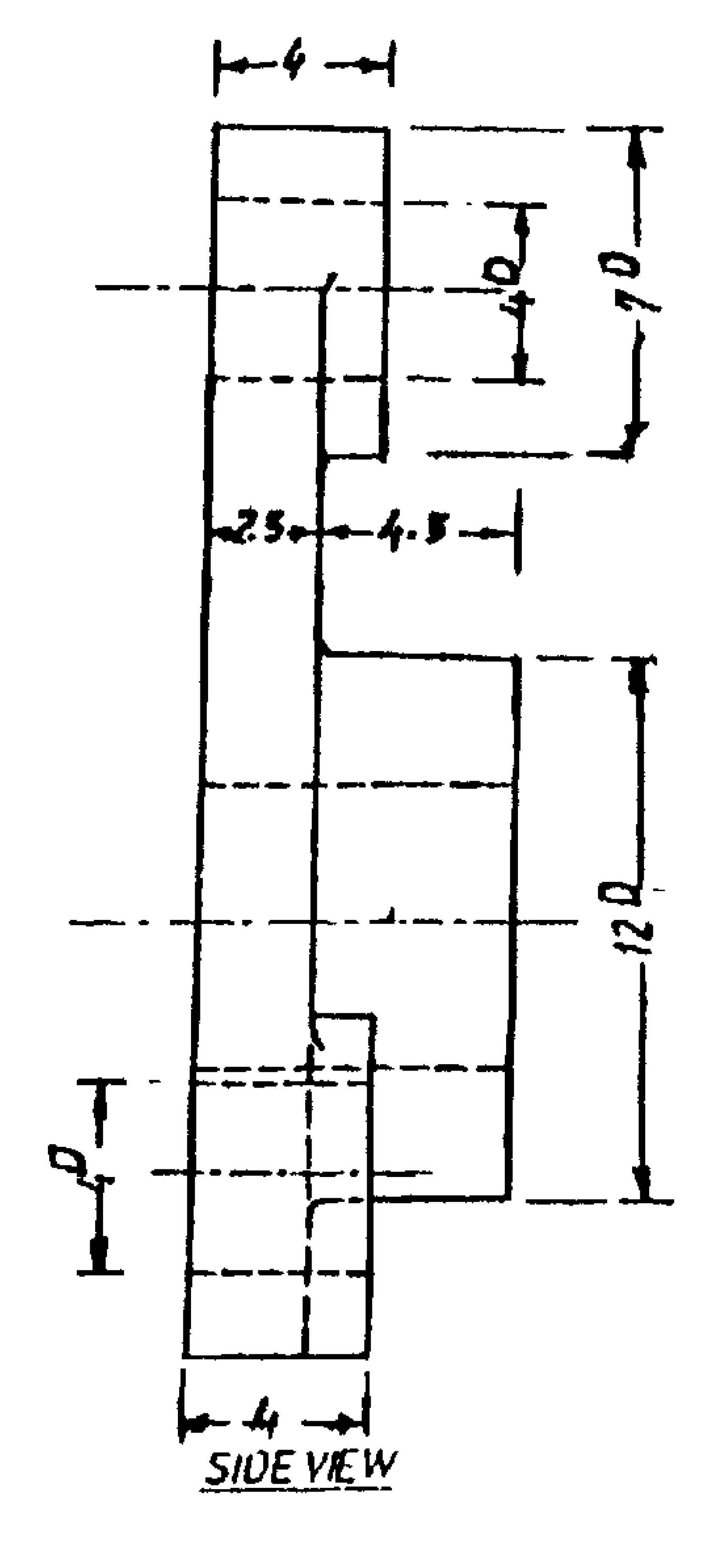

PLAN
ELEVATION
SIDE VIEW
DIMS IN CMS
26
5 R

27



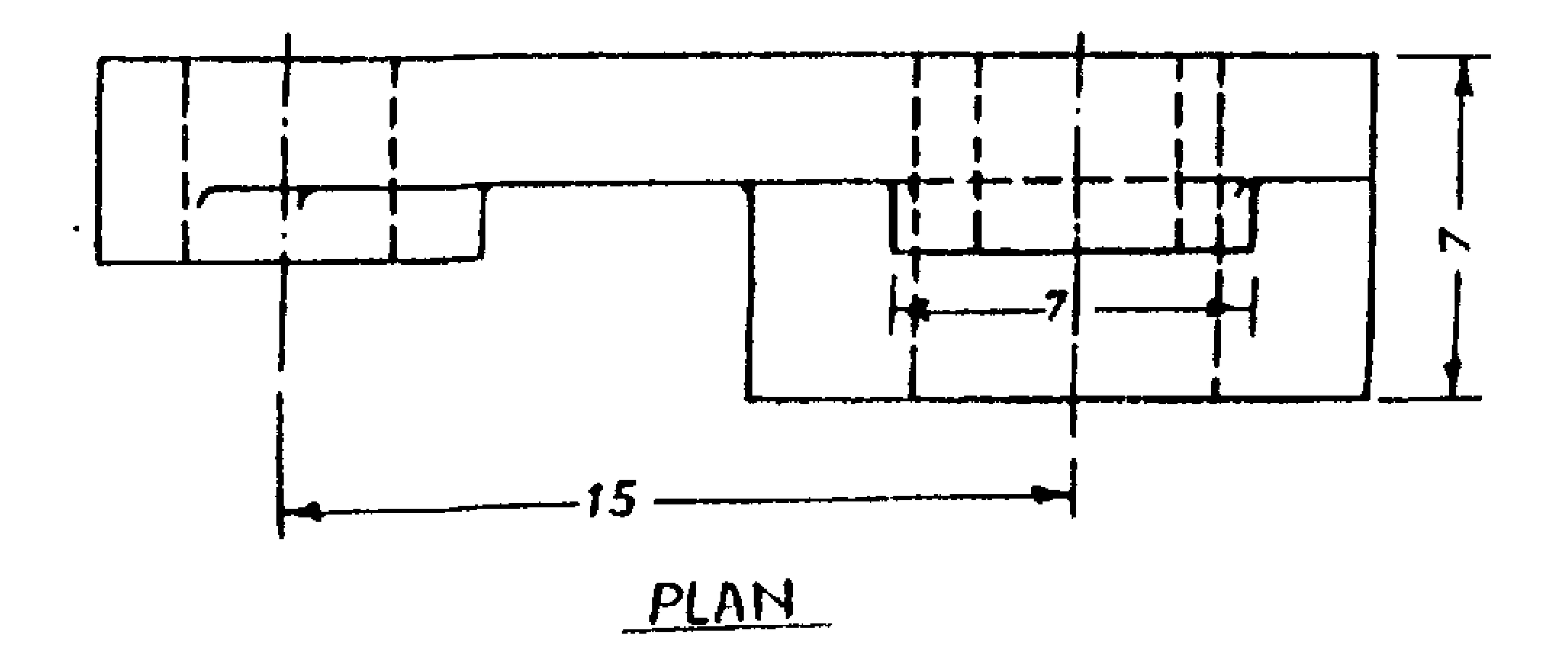


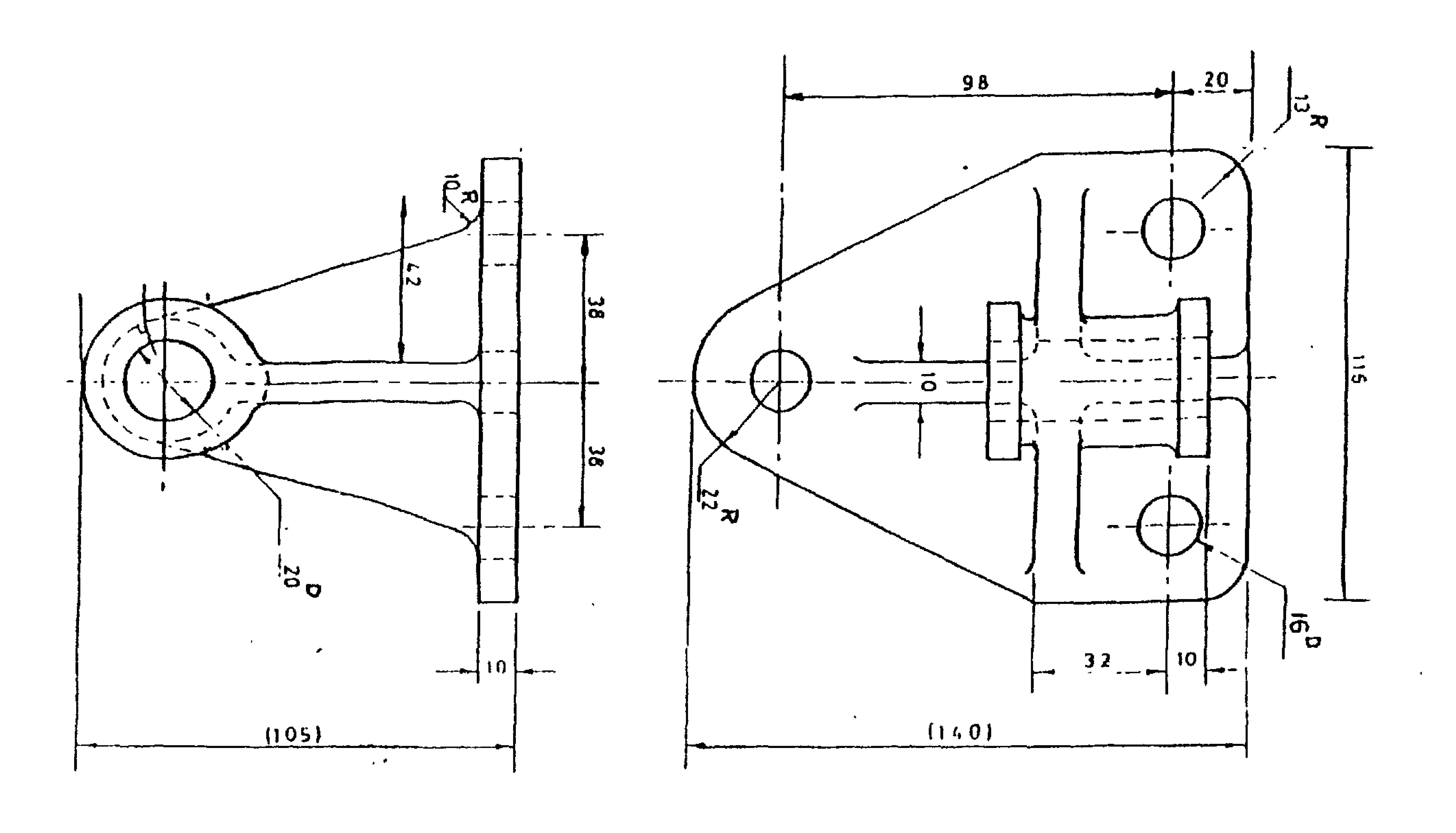




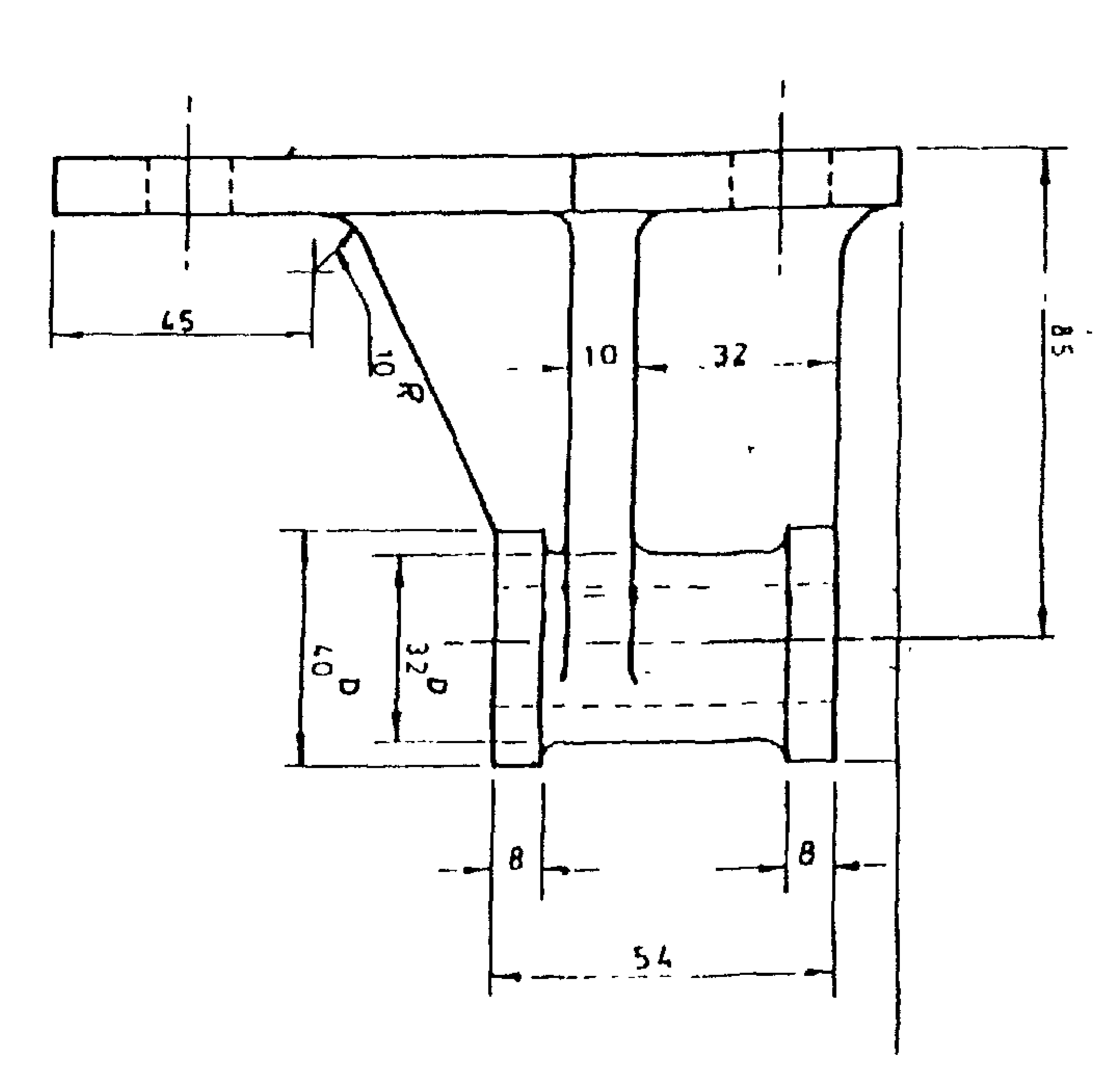
28

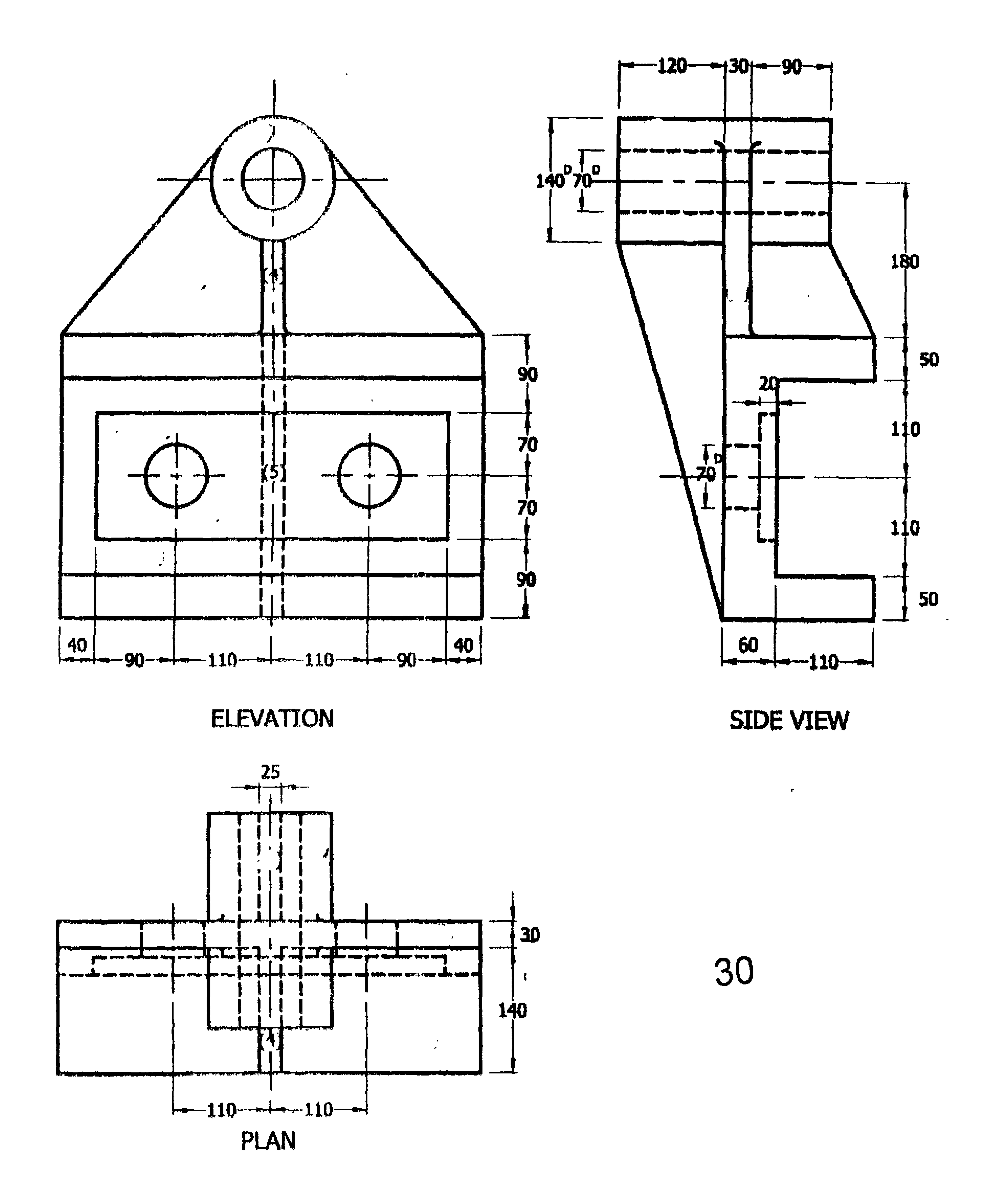
DIMS IN. C.M.S.



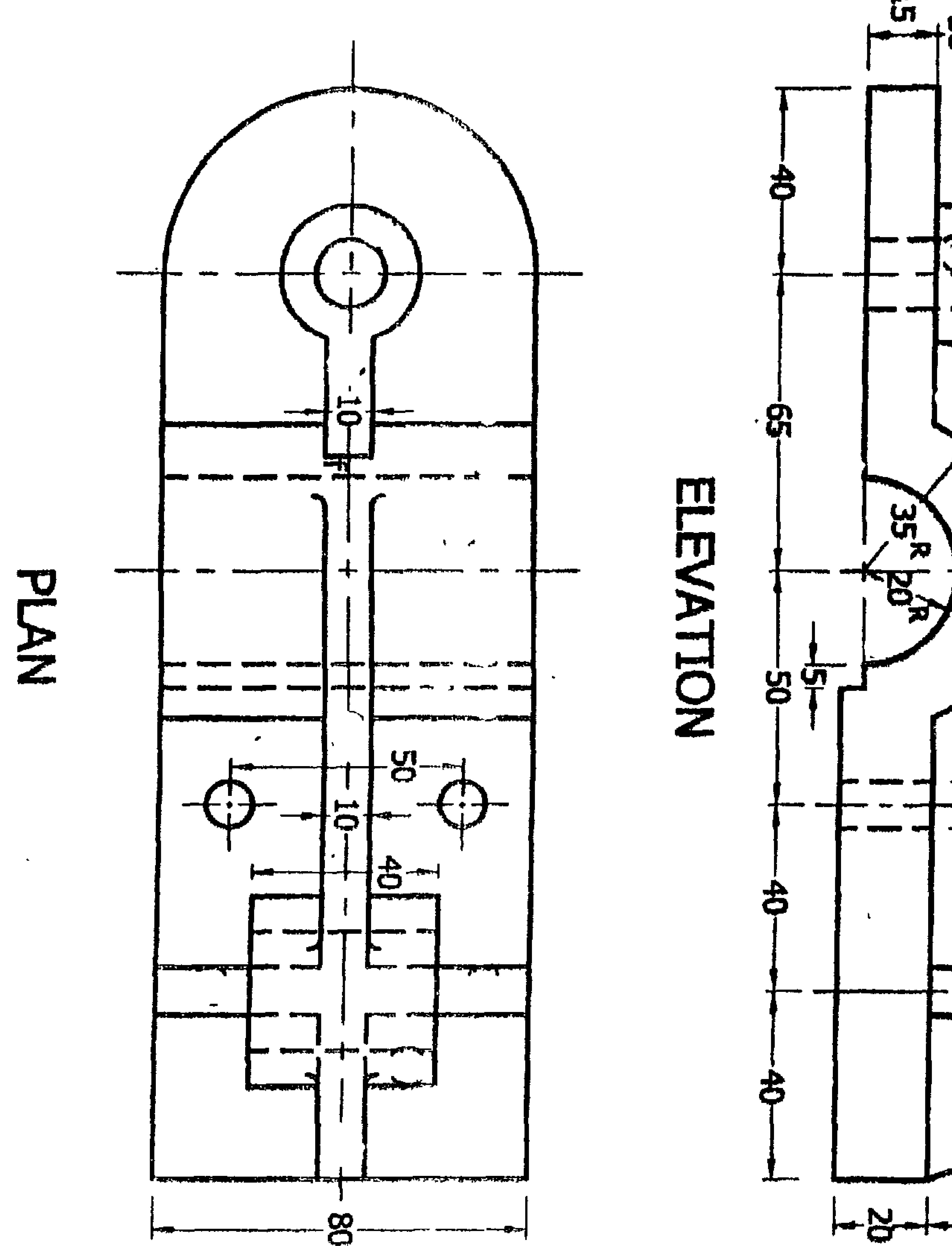

98
20
13R
115
16D
32
10
(140)
22R
10
38
38
42
10R
20D
10
(105)

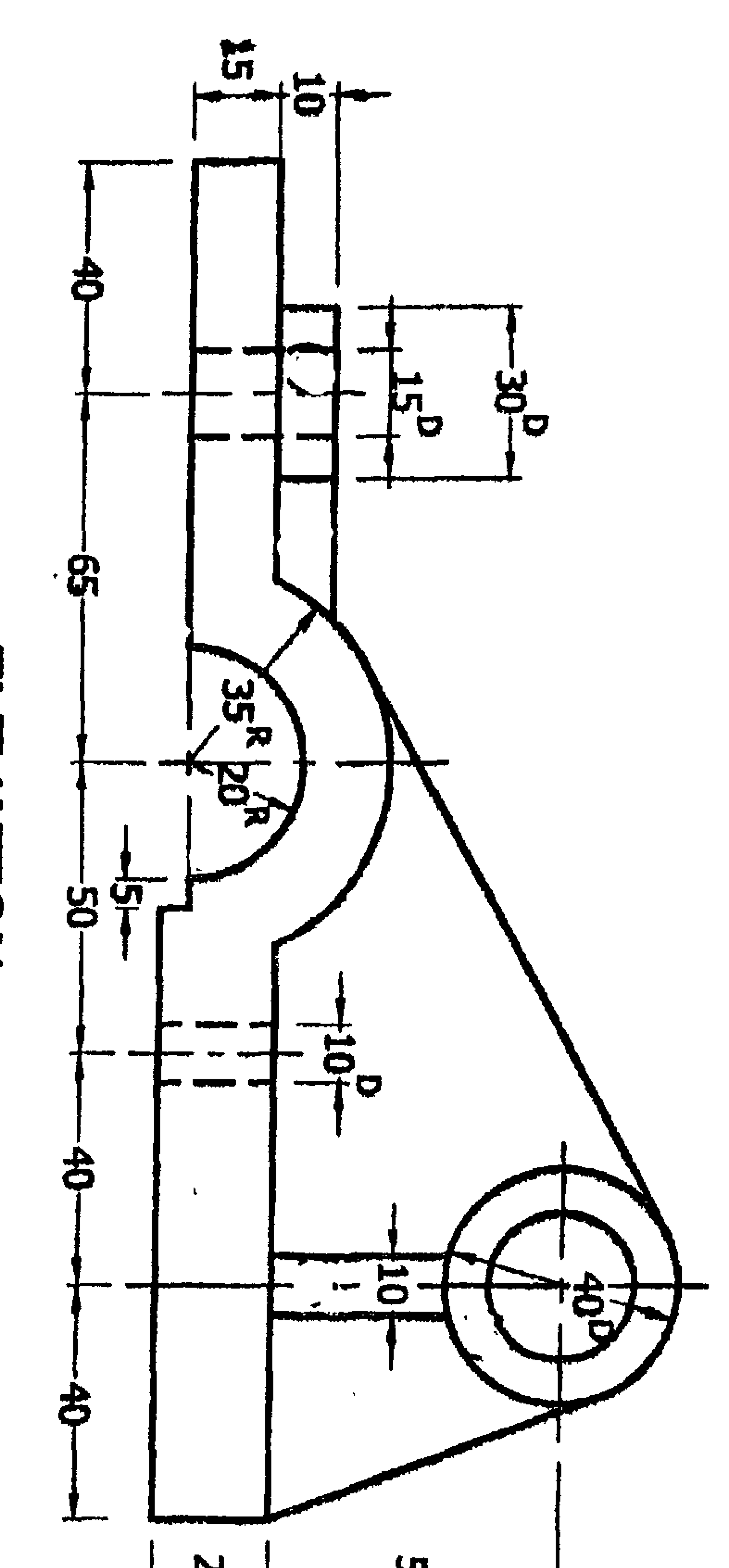
29


45
10R
10
32
85
40D
32D
8
8
54

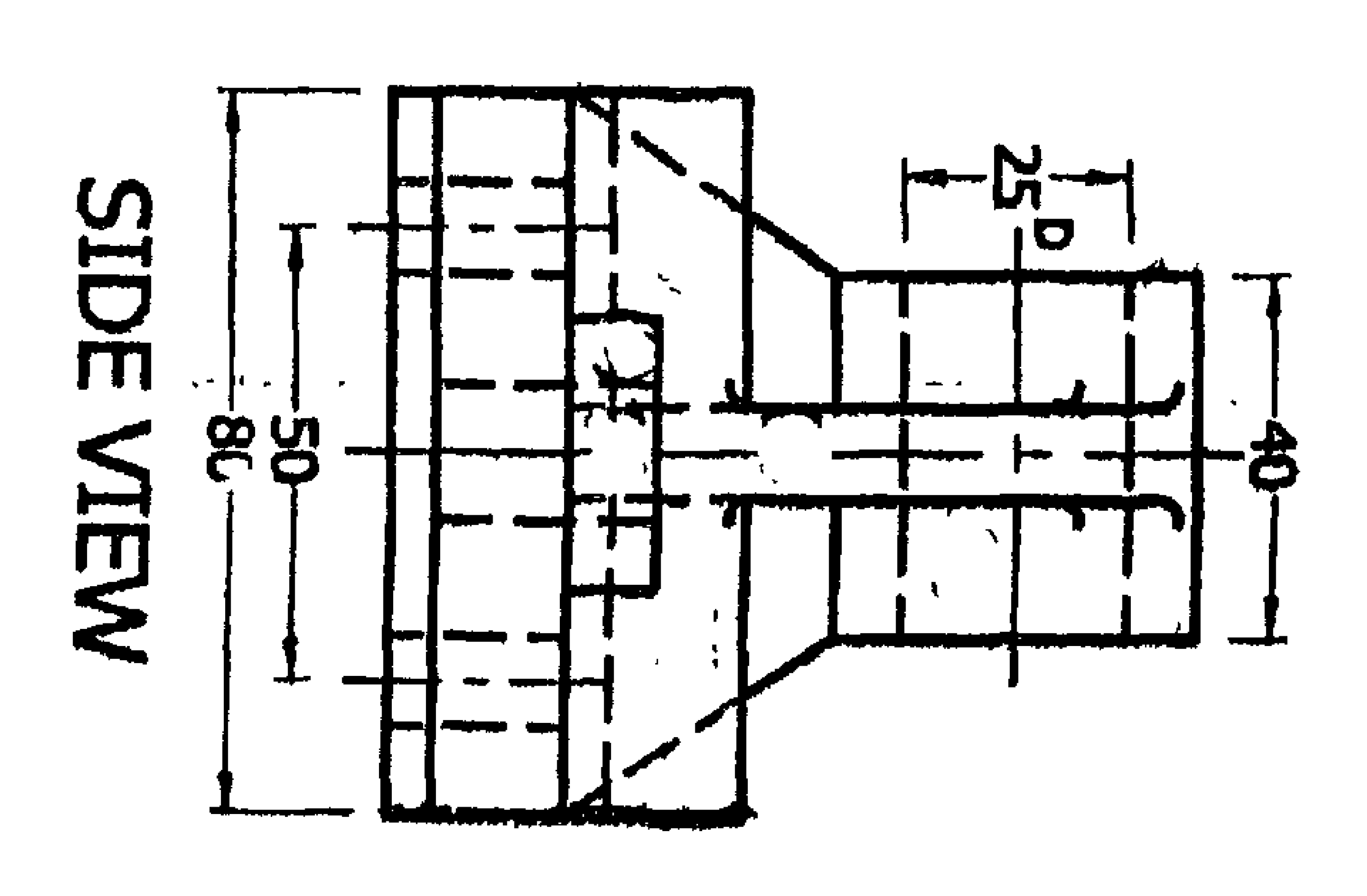

40
90
110
110
90
40
90
70
70
90
ELEVATION
120
30
90
140D
70D
180
50
20
110
70D
110
50
60
110
SIDE VIEW
25
30
140
110
110
PLAN

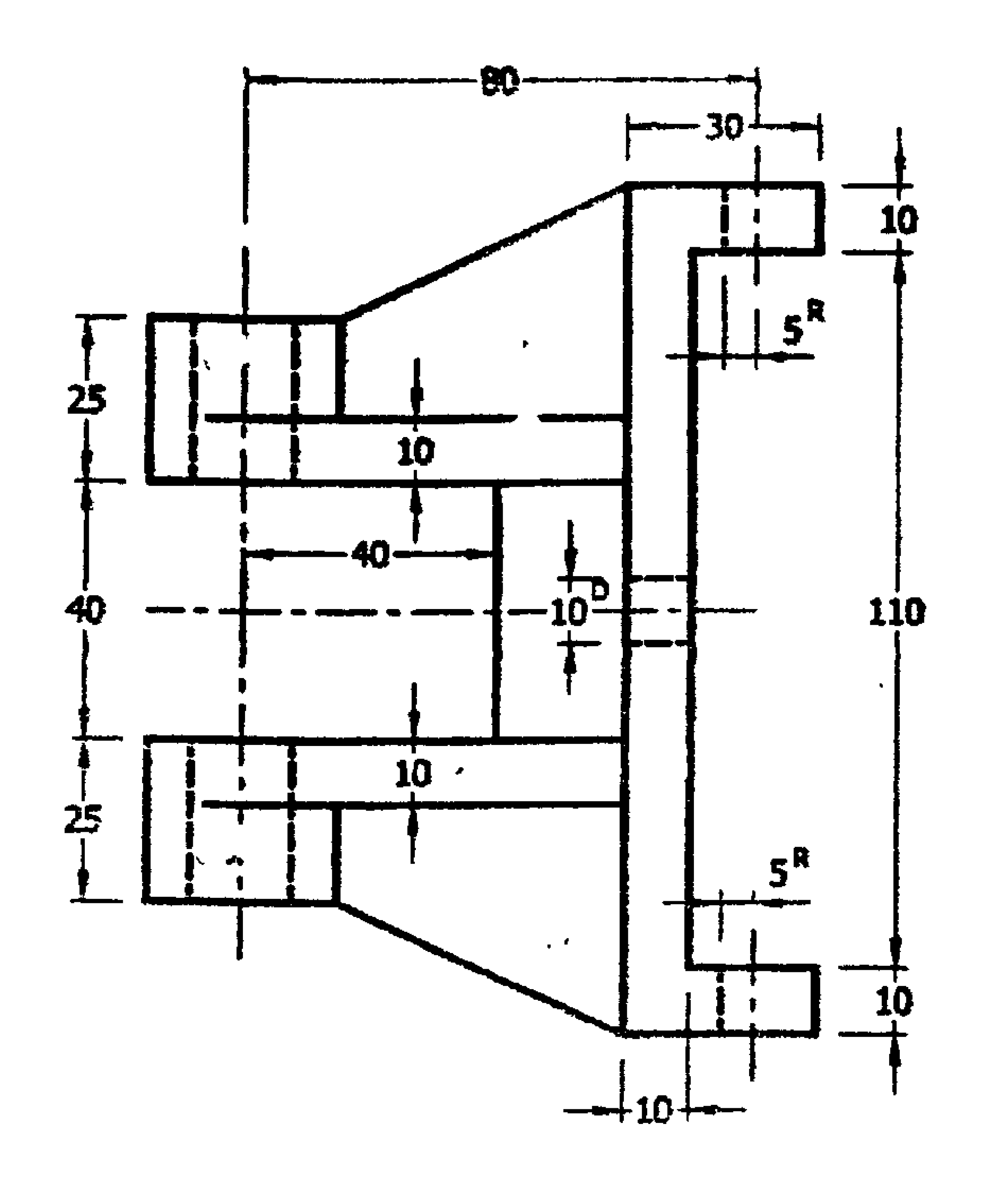
30


PLAN
80
10
50
10
40

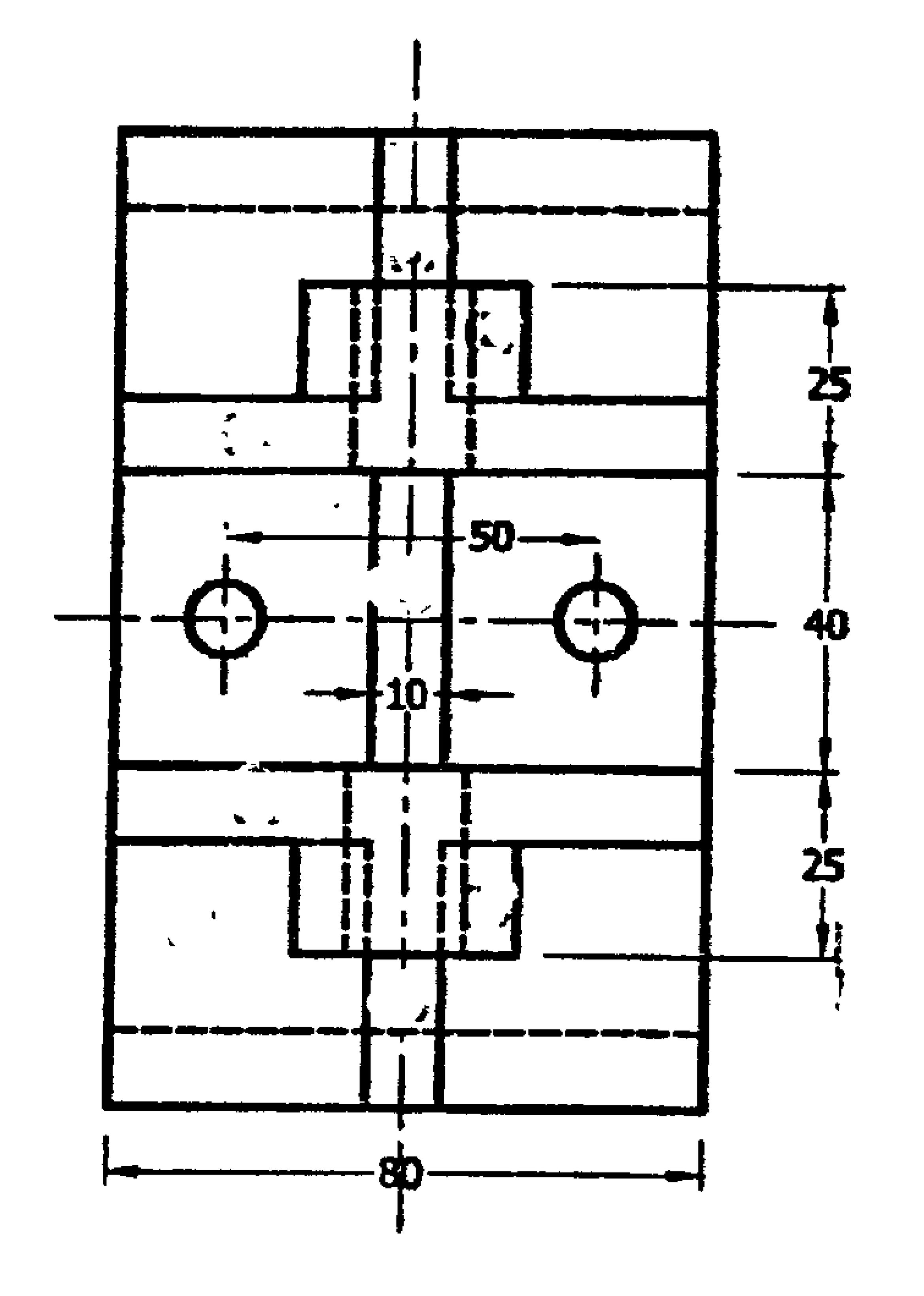

ELEVATION
15
10
40
65
50
40
40
30^D
15^D
35^R
20^R
5
10^D
10
40^D
20
50


31

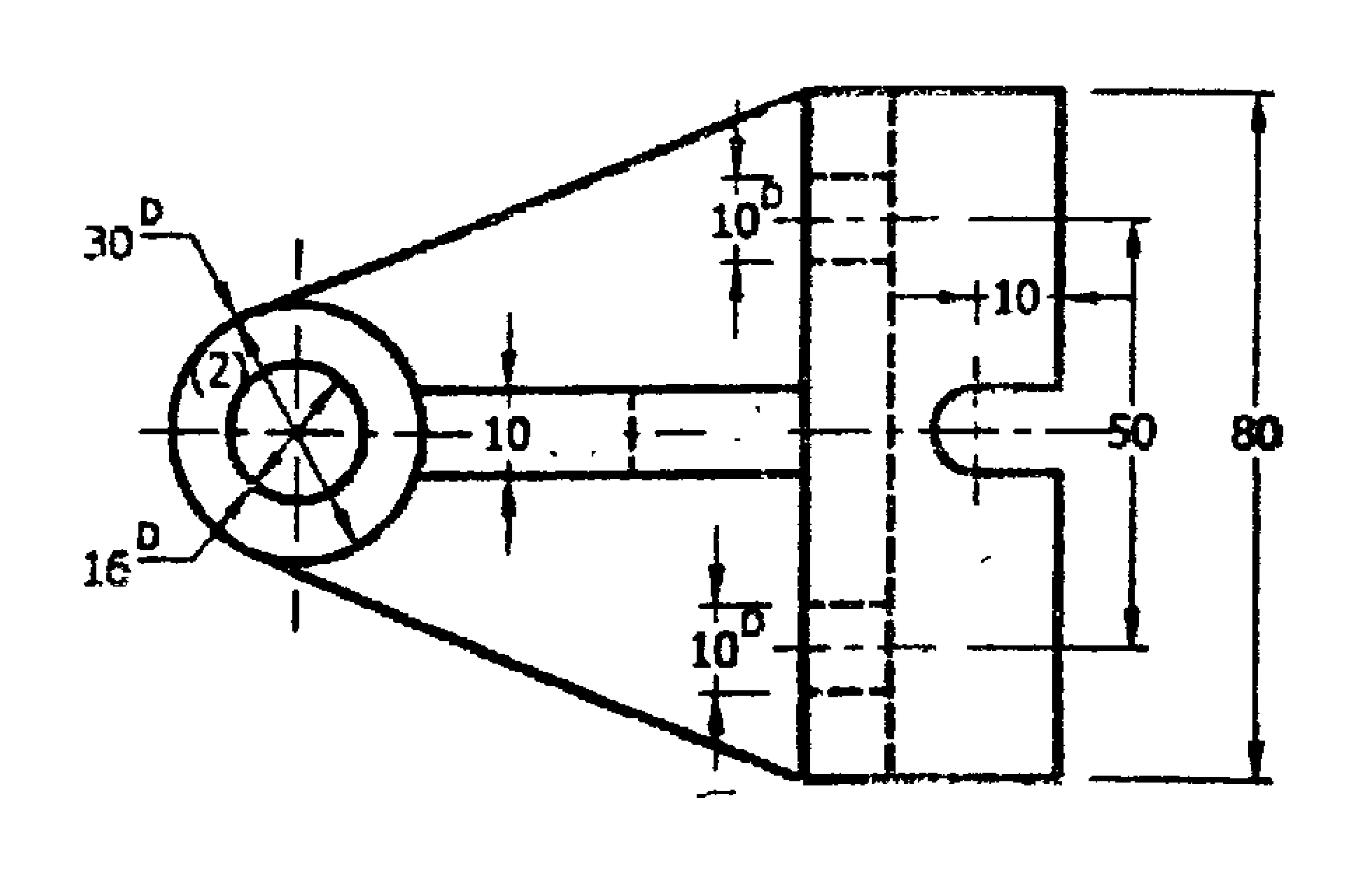

SIDE VIEW
25^D
40
50
80



ELEVATION

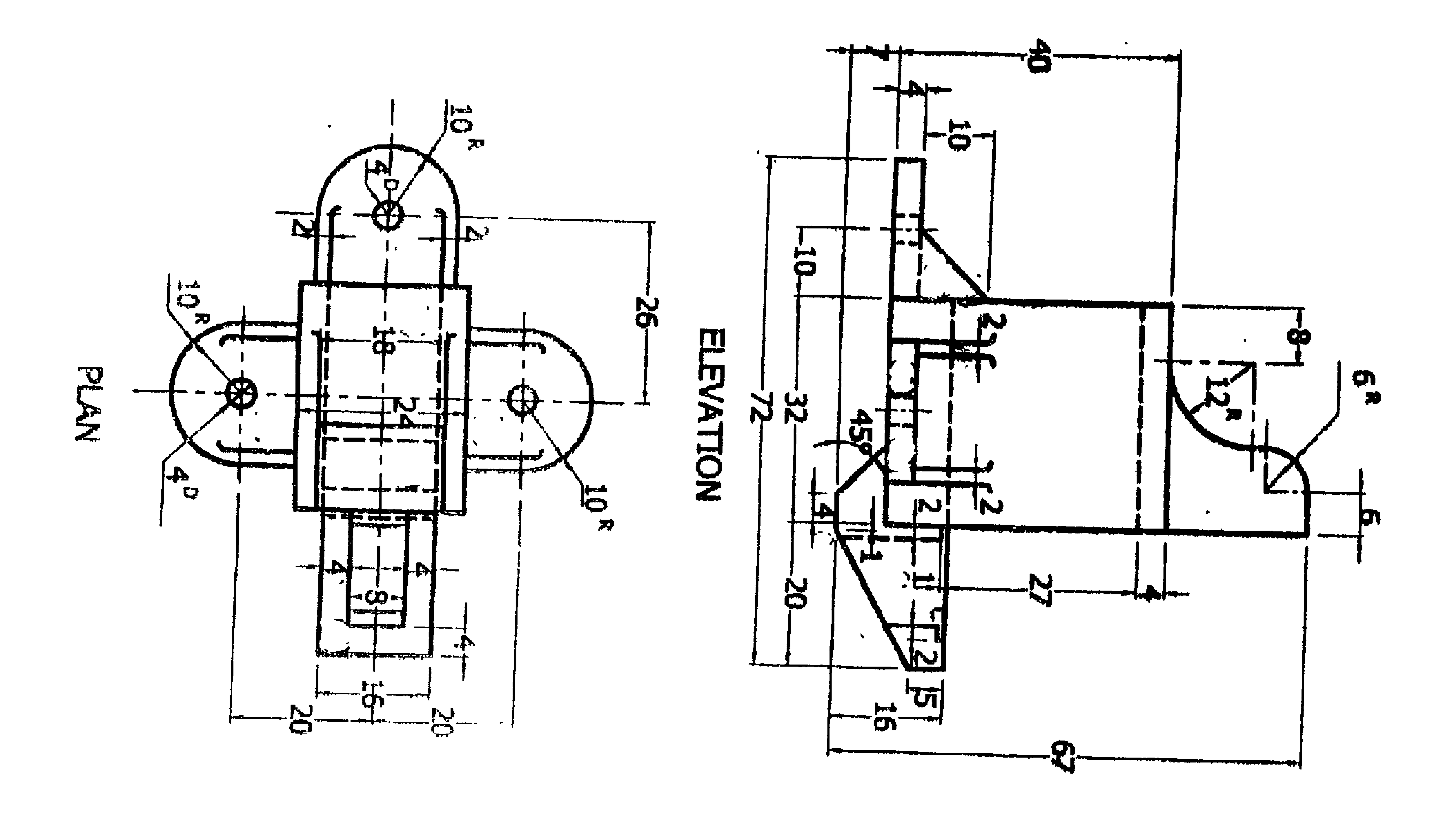


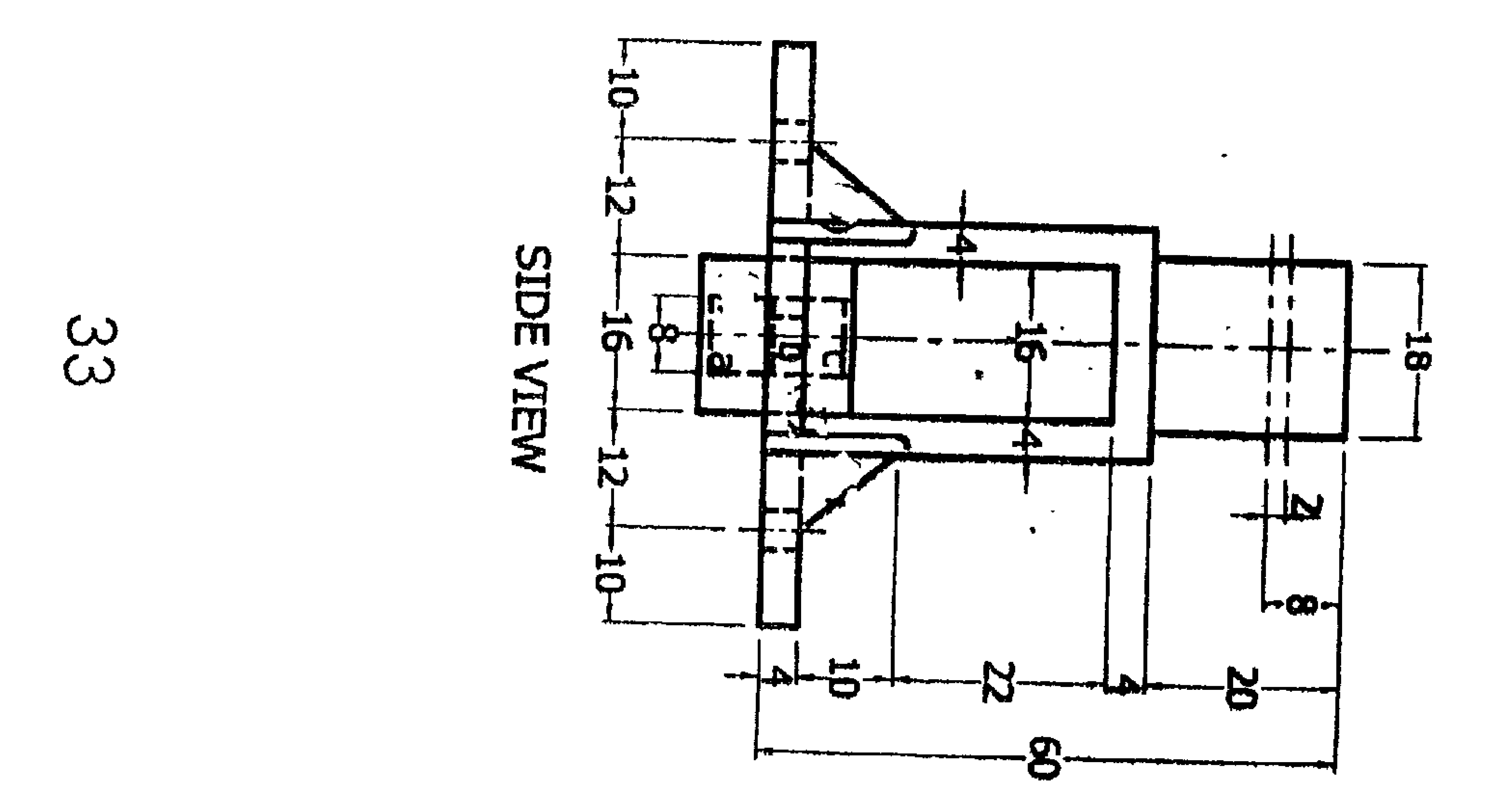
SIDE VIEW

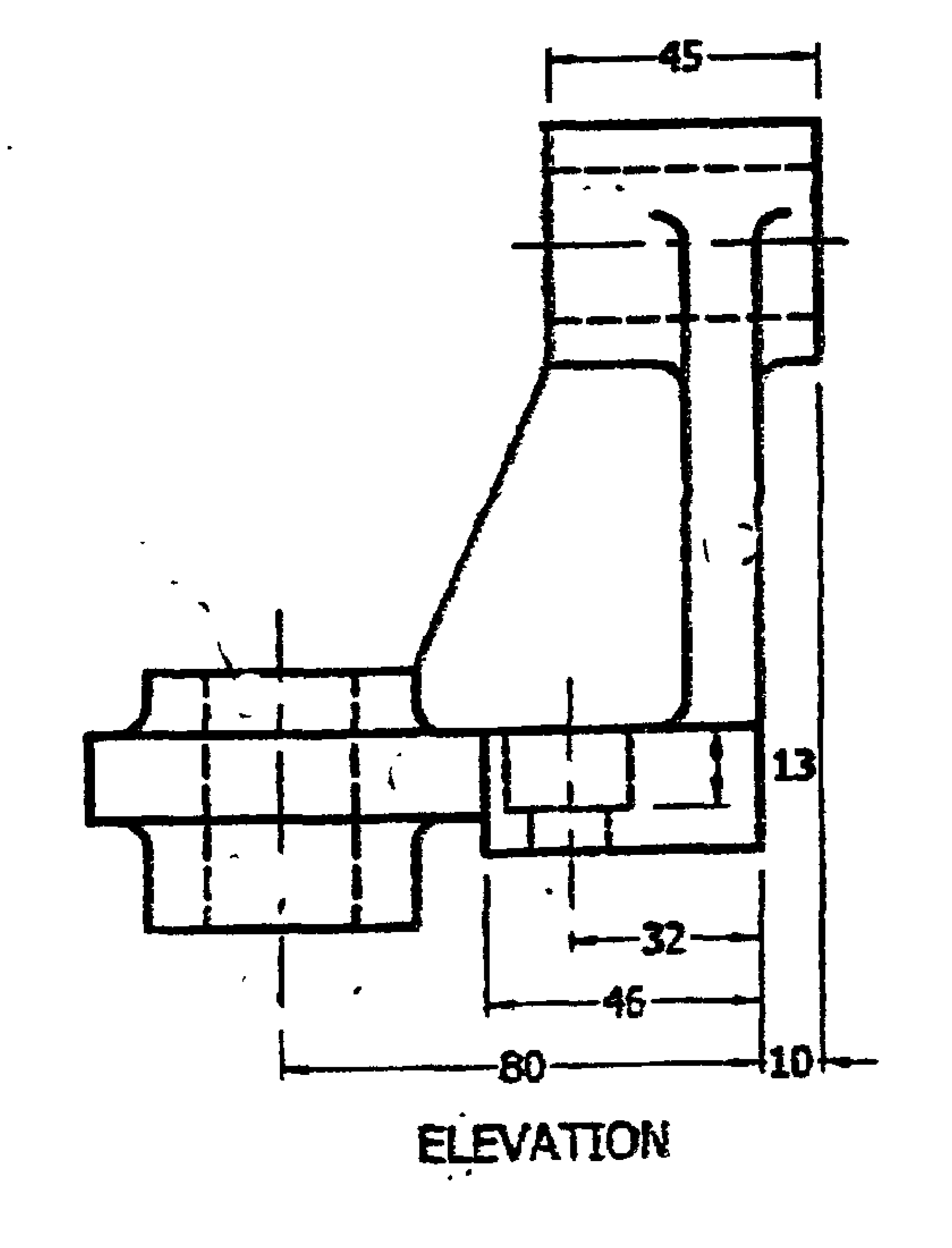


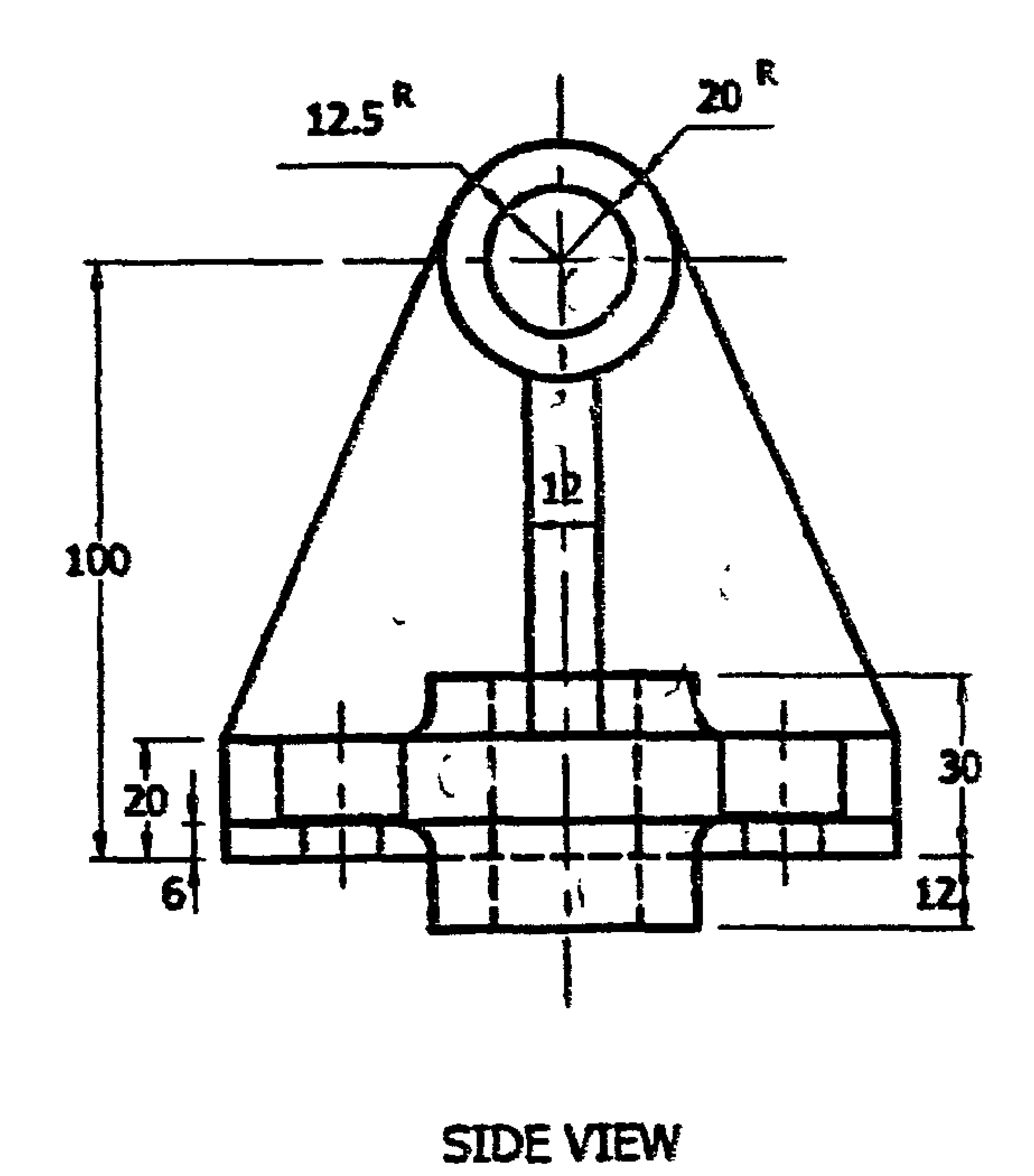
PLAN

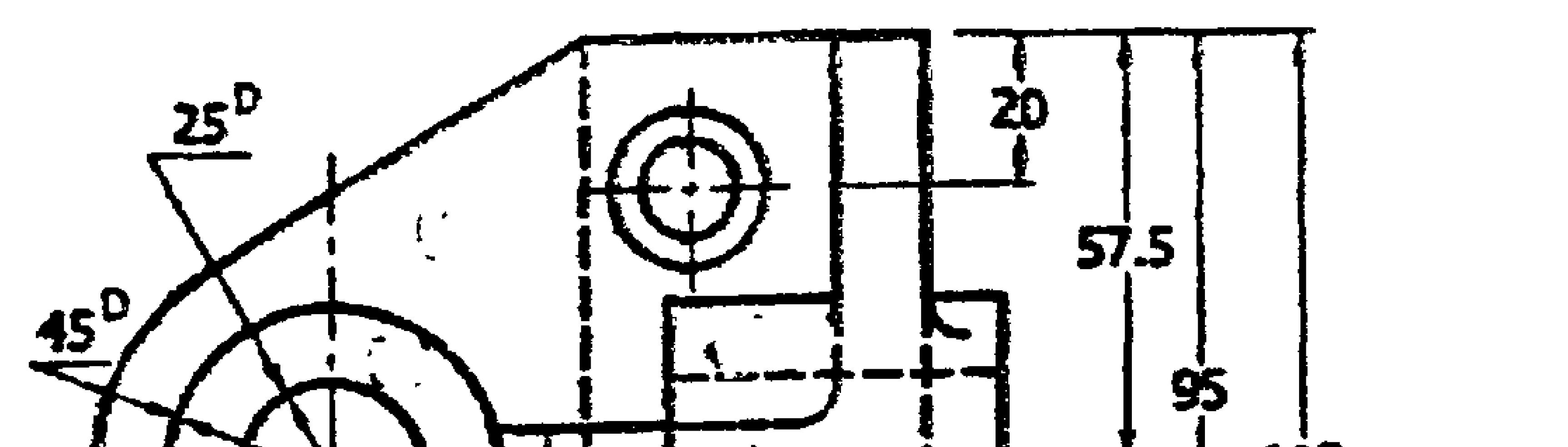
32

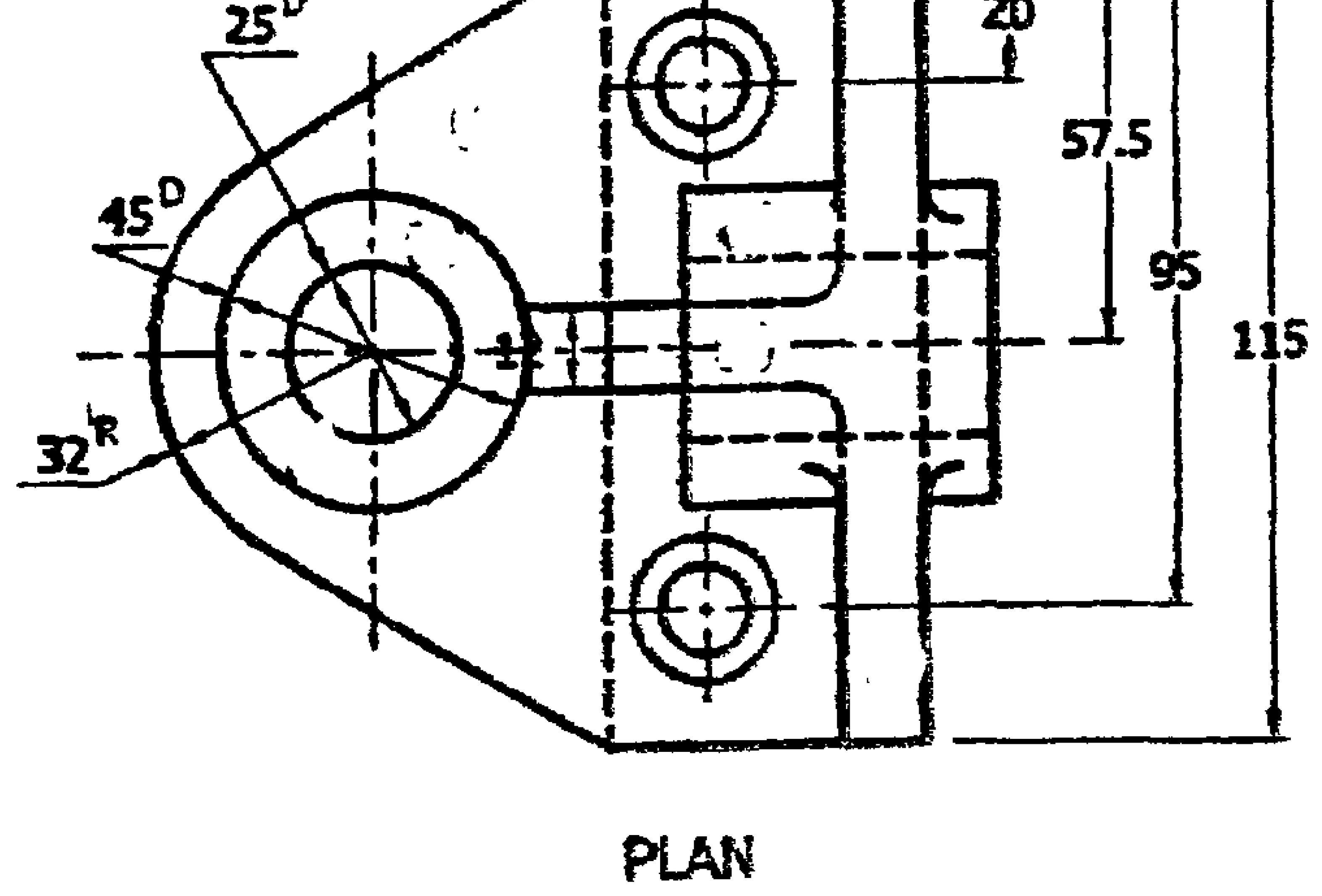

ELEVATION
PLAN


SIDE VIEW
33

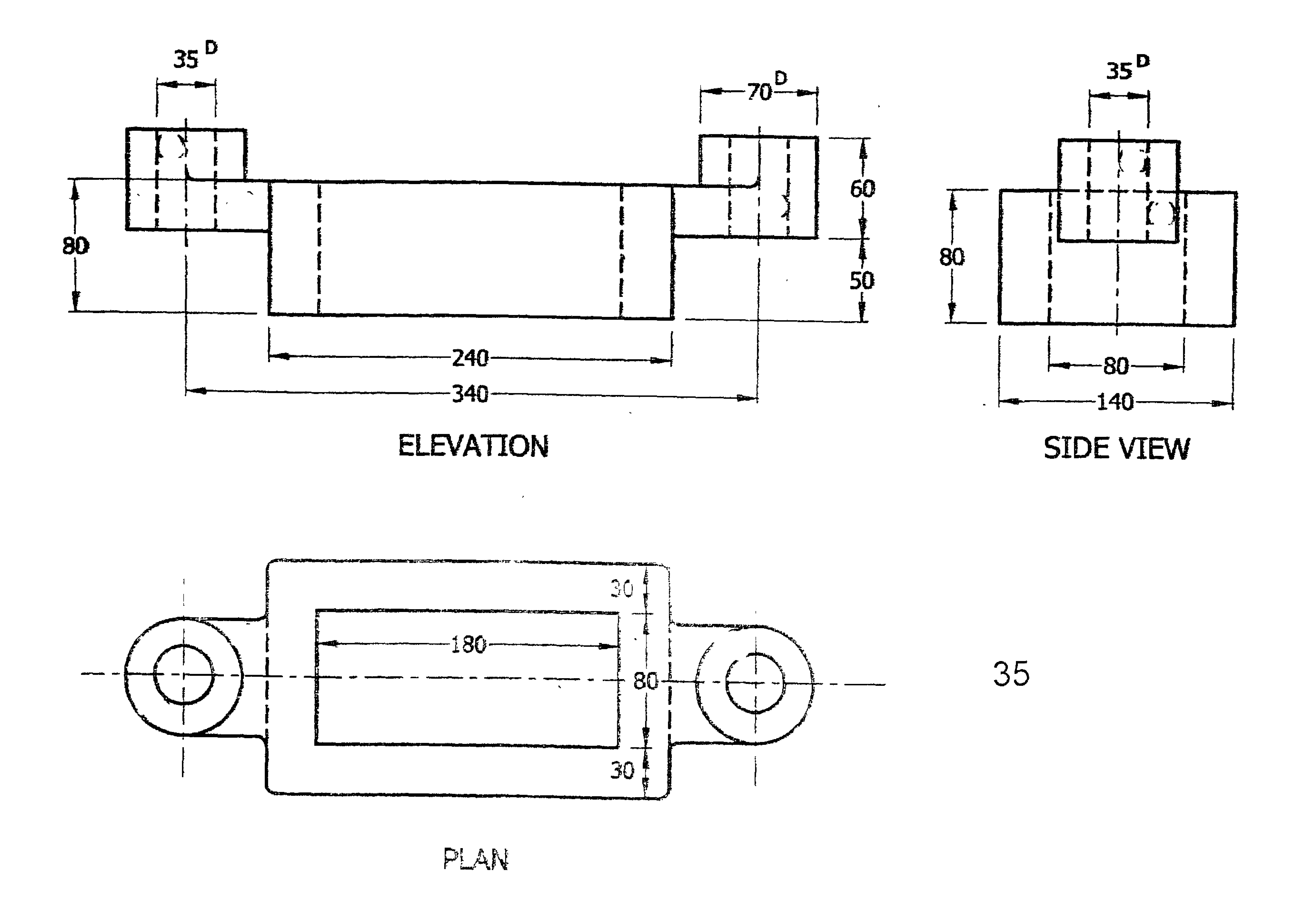

45
13
32
46
80
10
ELEVATION

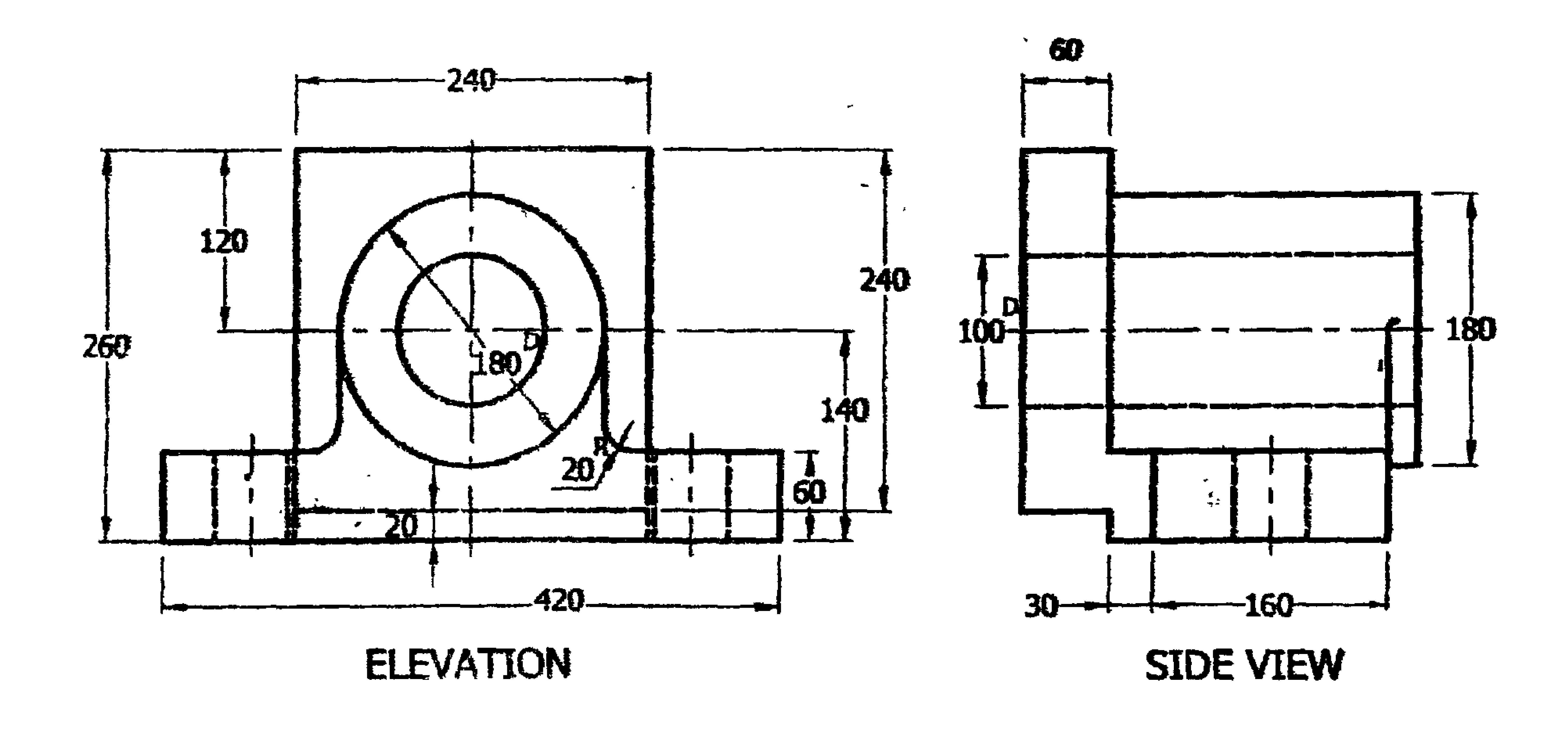

12.5 R
20 R
12
100
20
6
30
12
SIDE VIEW



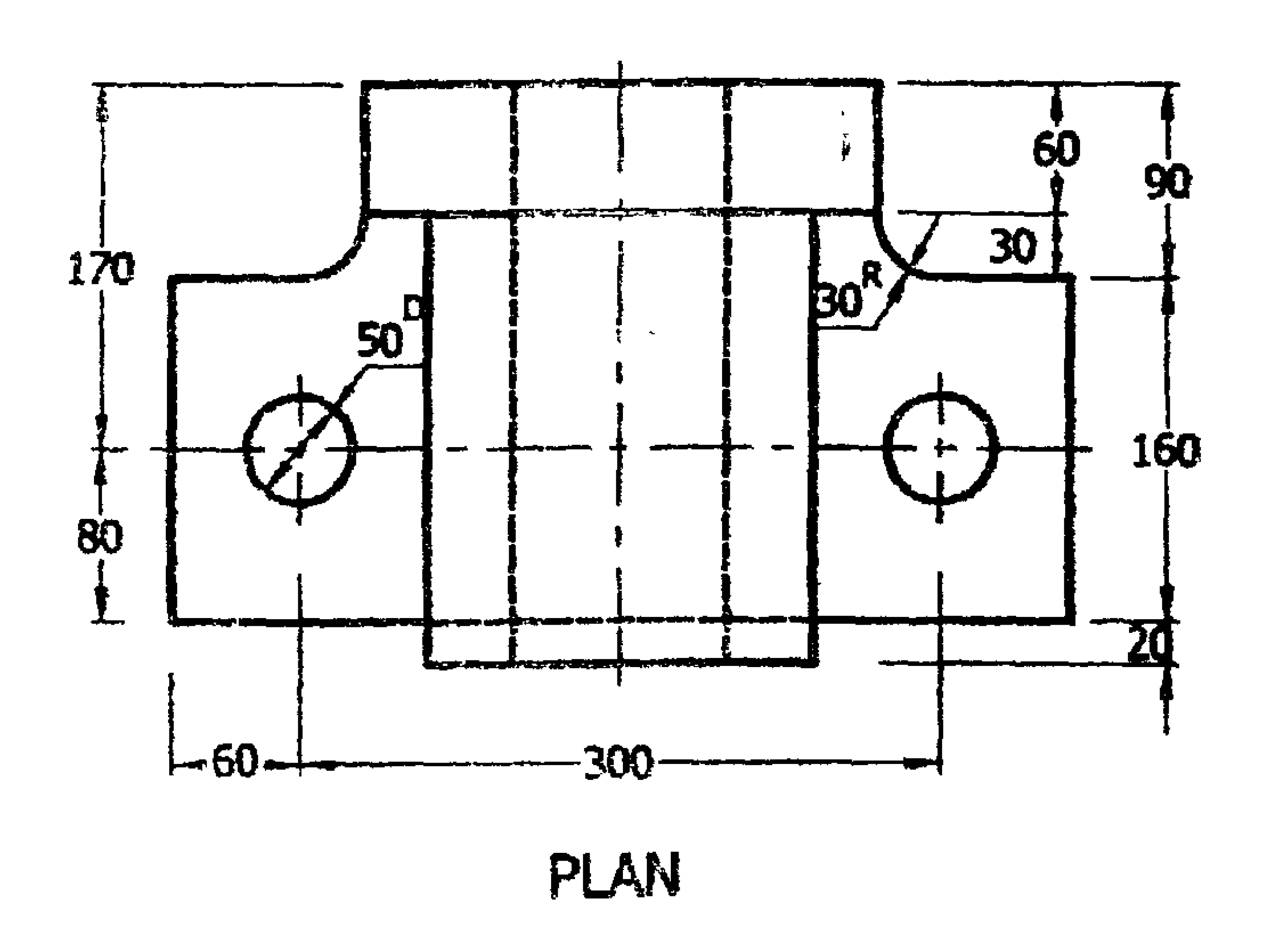

25 D
45 D
32 R
12
20
57.5
95
115
PLAN

34


35D
70D
80
60
50
240
340
ELEVATION
35D
80
80
140
SIDE VIEW
30
180
80
30
PLAN
35

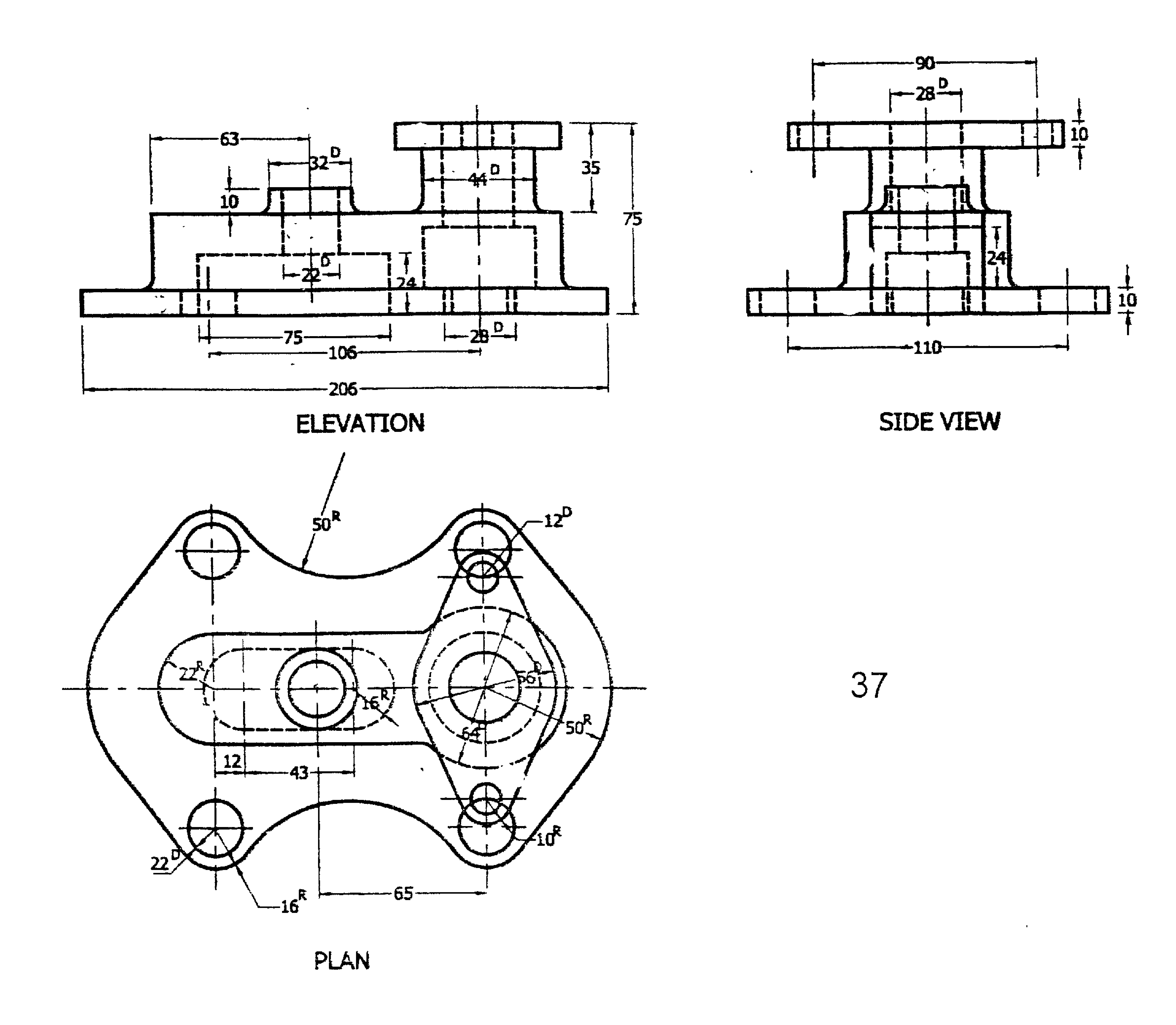


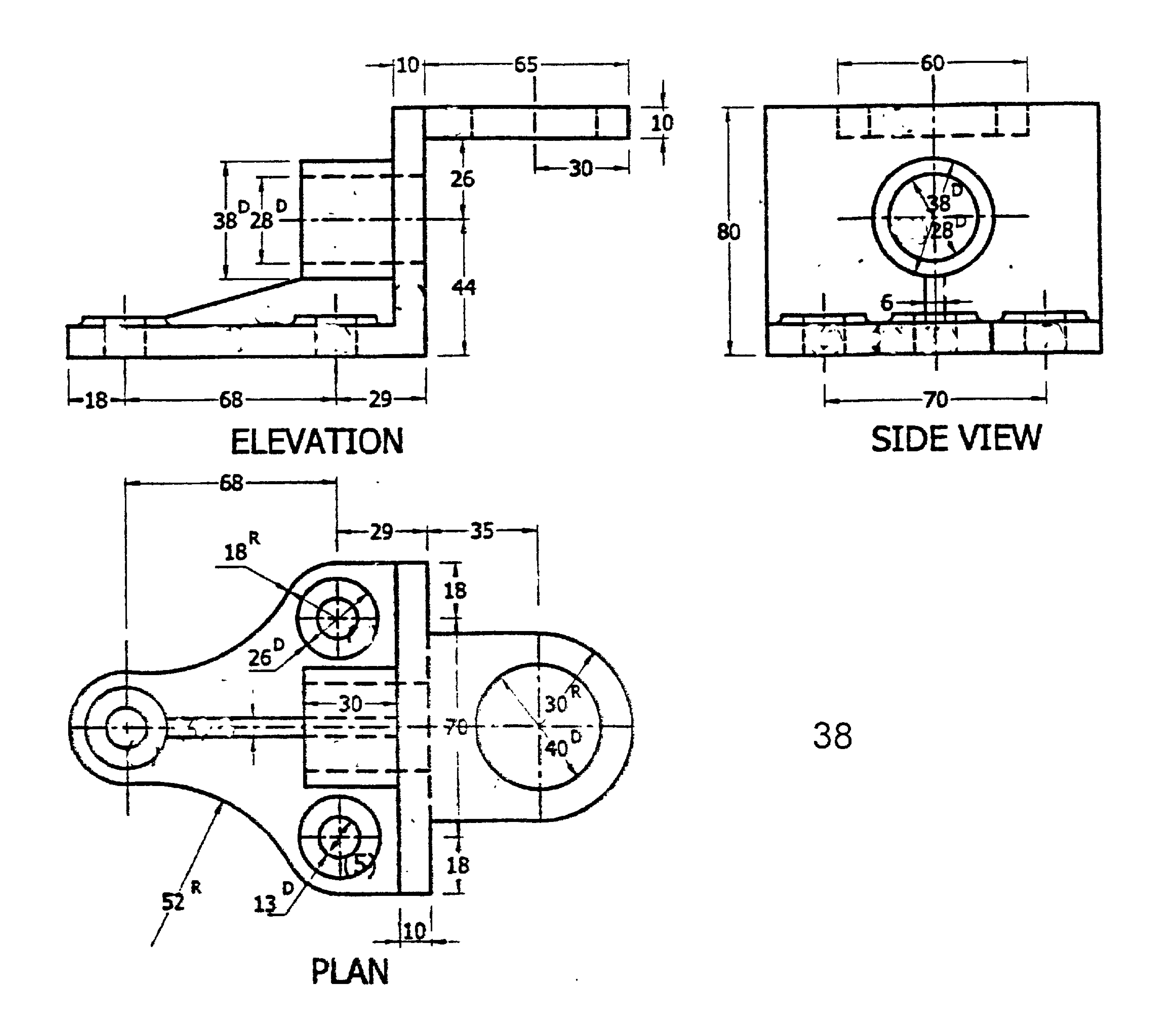
240
120
260
240
180D
140
20R
20
60
20
420
ELEVATION
60
100D
180
30
160
SIDE VIEW

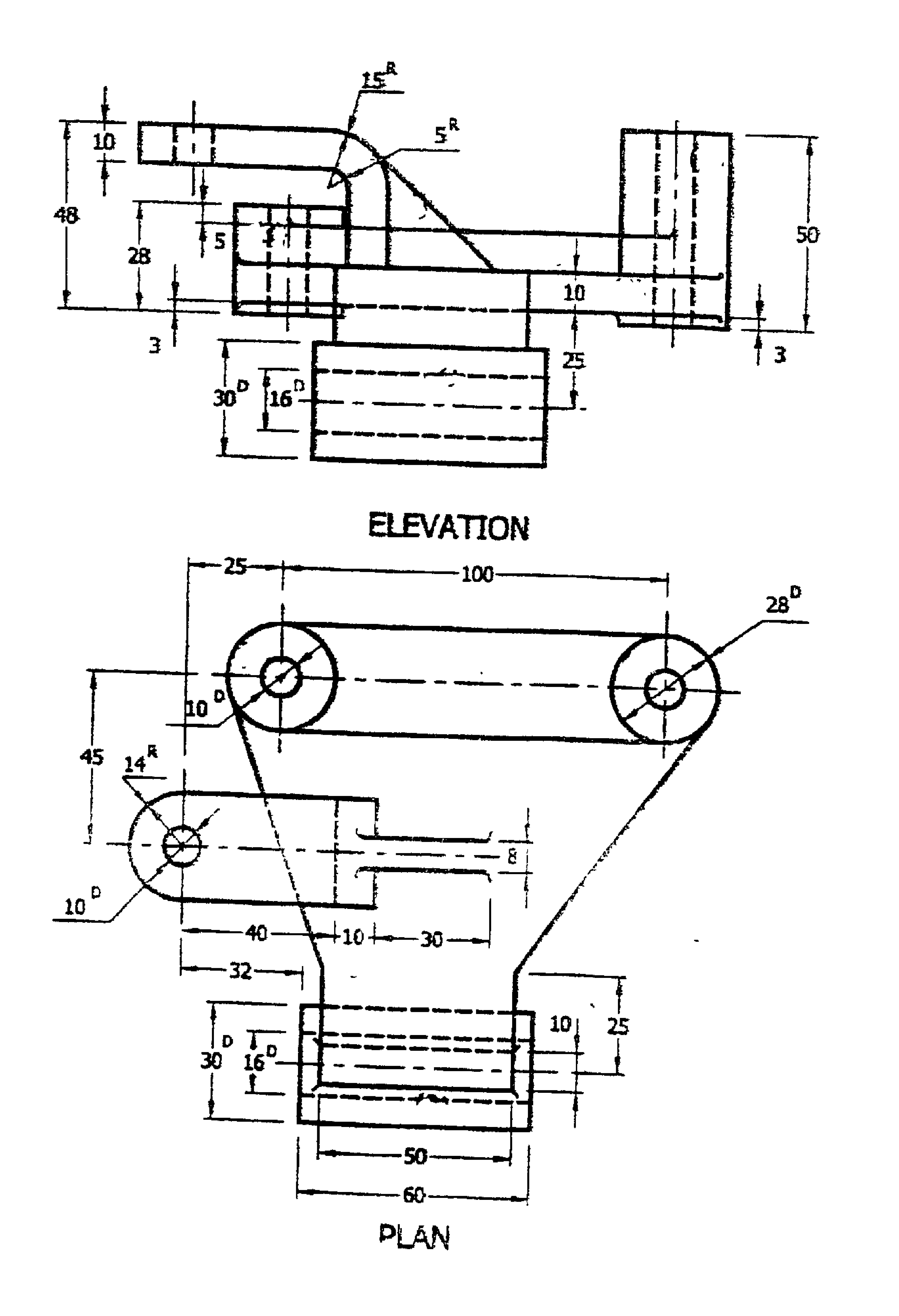


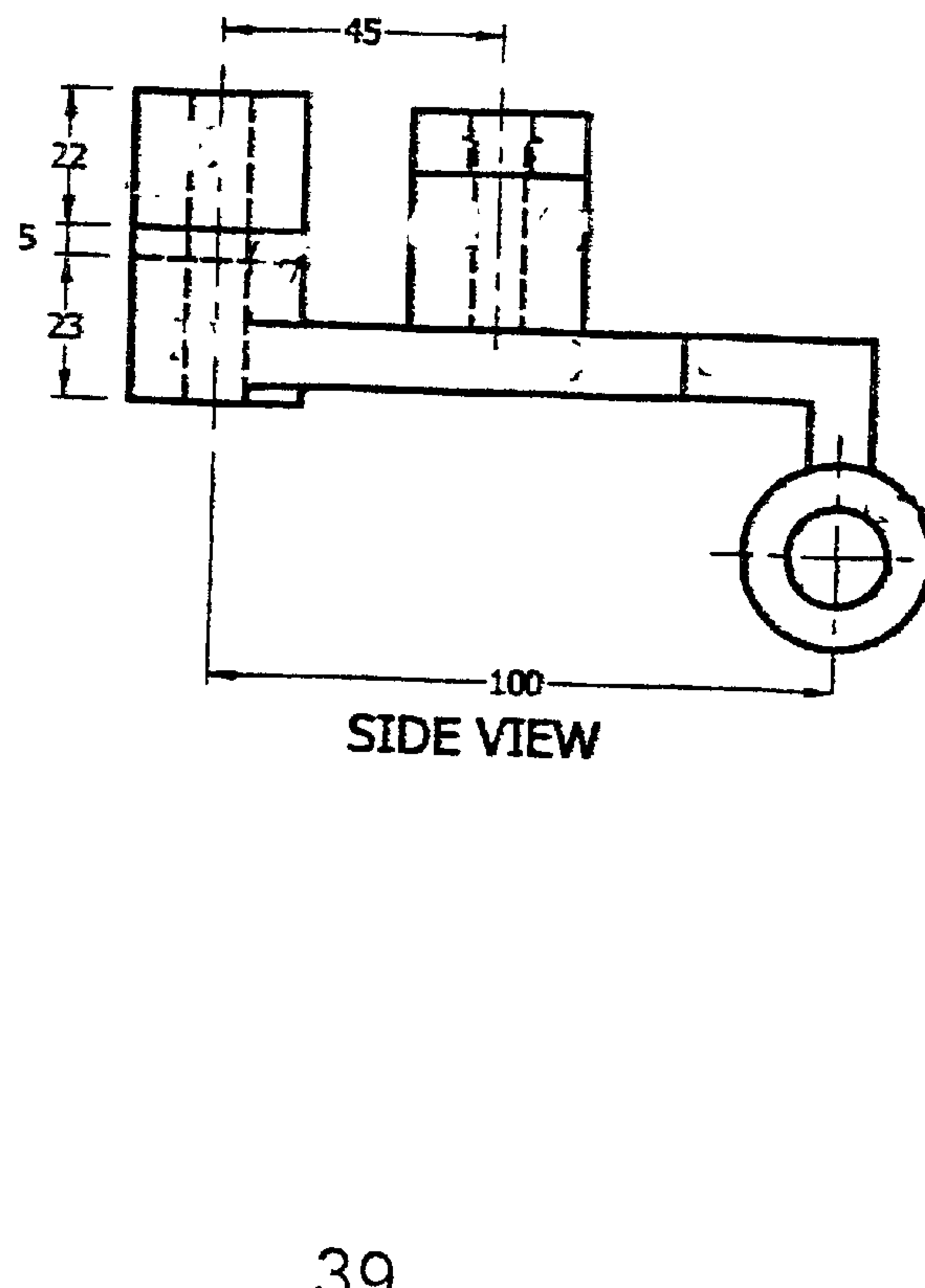
60
90
170
30
30R
50D
160
80
20
60
300
PLAN

36

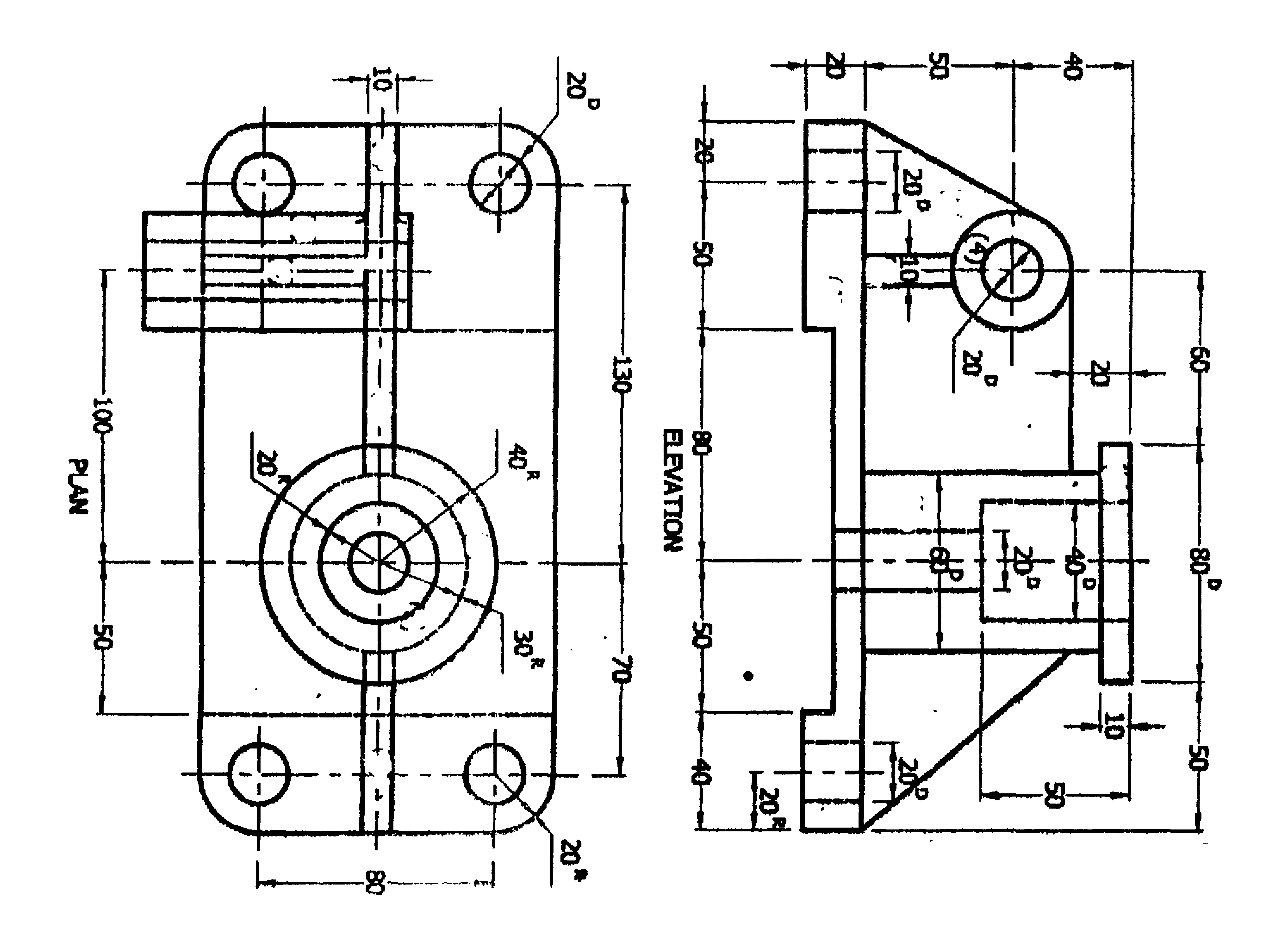

ELEVATION
SIDE VIEW
PLAN
37


10
65
10
30
26
44
38 D
28 D
18
68
29
ELEVATION
60
80
38 D
28 D
6
70
SIDE VIEW
68
29
35
18 R
18
26 D
30
70
30 R
40 D
18
52 R
13 D
15
10
PLAN
38


15R
5R
10
48
28
5
3
50
10
3
25
30D
16D
ELEVATION
25
100
28D
10D
45
14R
8
10D
40
10
30
32
10
25
30D
16D
50
60
PLAN

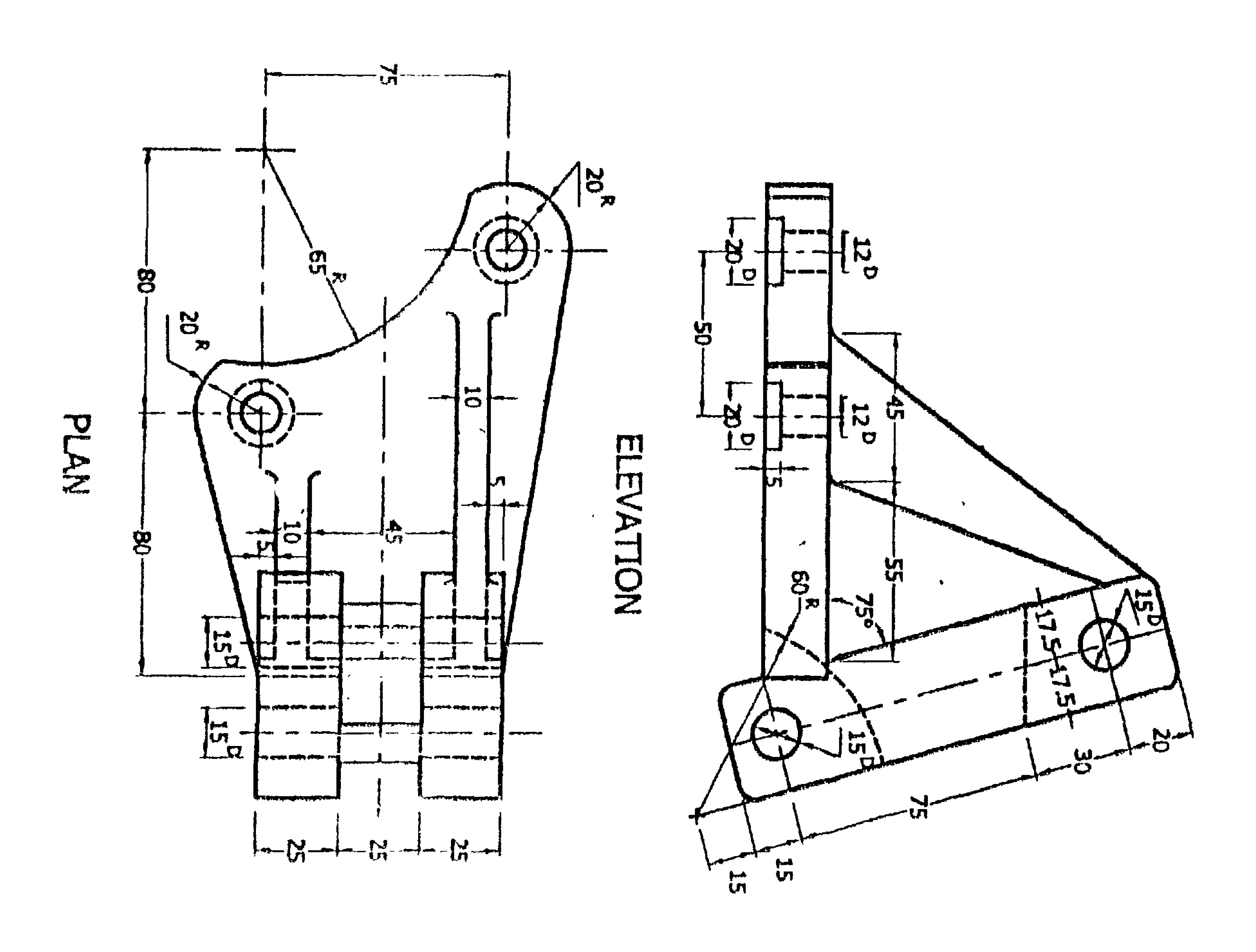

45
22
5
23
100
SIDE VIEW

39



Side View

40

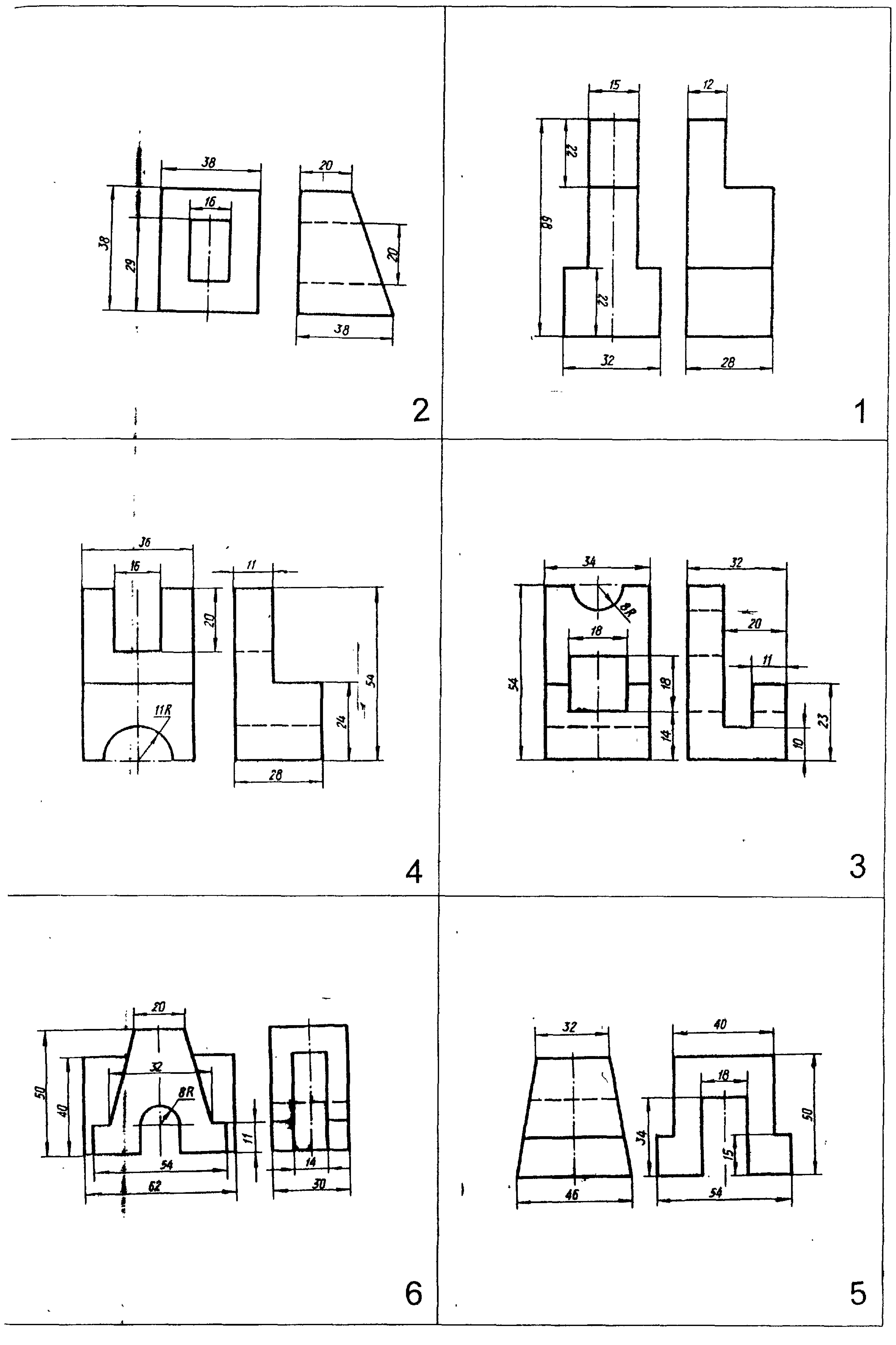



SIDE VIEW


41


تدريبات


على استنتاج المسقط الثالث

1
15
12
22
68
22
32
28
2
38
20
16
38
29
20
38
3
34
32
8R
18
20
11
54
18
14
23
10
4
36
16
11
20
11R
54
24
28
5
32
40
18
50
34
15
46
54
6
20
32
8R
50
40
11
54
62
14
30

8
18
18
38
30
14
3
64
16
30
7
43
9
17
30
50
70
12
30
10
11
14
5
31
23
24
19
14
28
67
9
10
16
36
12
24
16
25
16
8
32
60
12
36
26
12
9
74
27
16
11
19
11
36
10R
25
8
14
34
18
18
13
14
60


14
32
16
50
25
35
40
62
13
24
12
15
44
28
38
58
32
16
18
45
30
38
10
58
15
26
60
16
8
34
42
31
38
45
18
28
18
11
46
24
23
5
8
38
30
17
24
12
14
21
10
45
18
32
36

20
24
26
12
62
3
28
8
19
38
20
45
10
54
18
34
16
94
22
18
30
42
14
60
16
36
84
21
17
22
26
8
28
10
60
24
32
15
12
23
36
12
24
34
78
26
18
38
68


12
12
18
52
20
23
26
30
26
12
12
18
20
52
23
26
30
25
34
30
10R
16
50
70
14
56
45
28
24
22
12
16
55
28
12
12
46
32
27
22
21R
14
49
16
15
38
32
30
18
10
8
58
22
8
28
11R
18
38
20
30
29

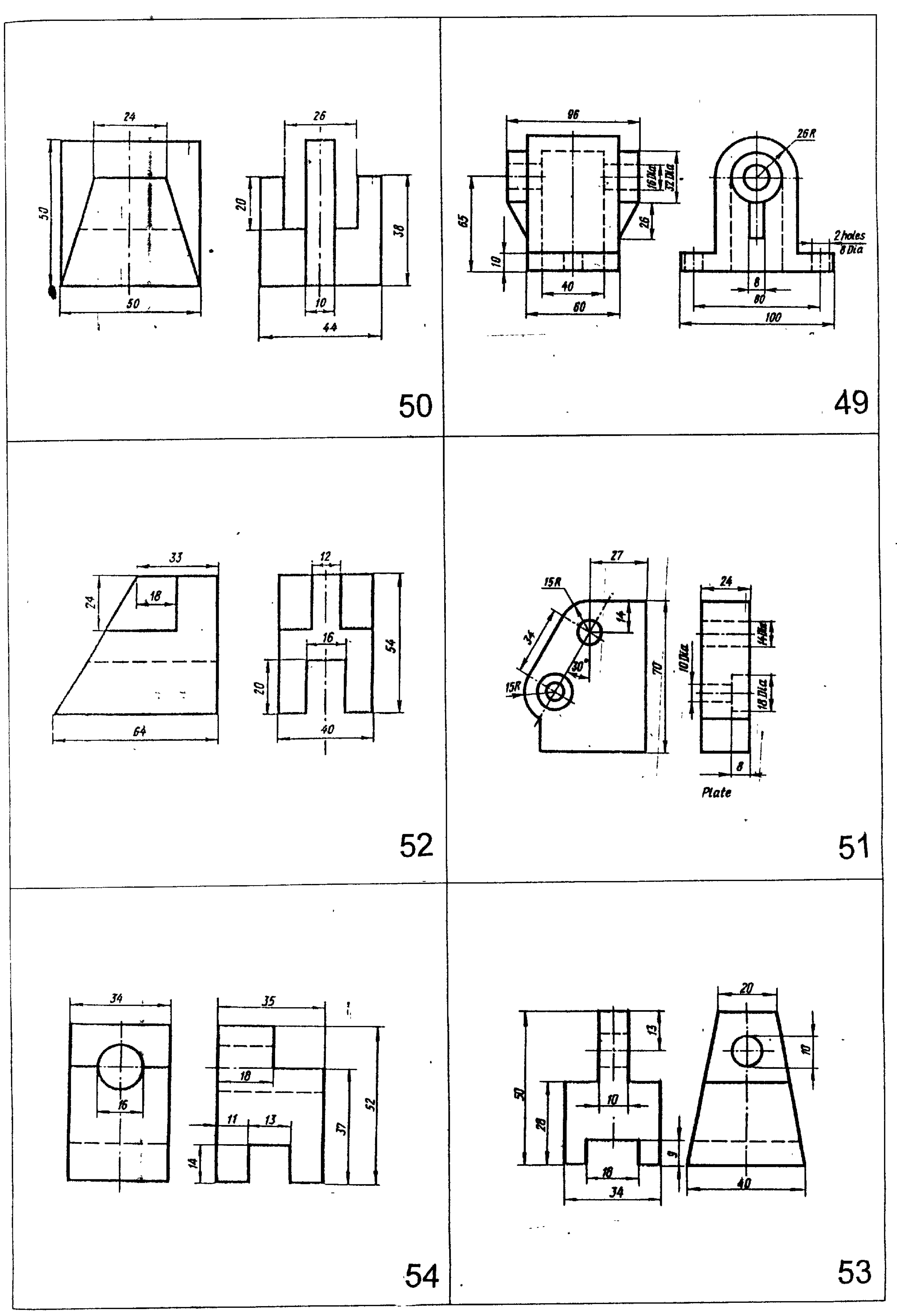

52
35
24
9
68
28
14
32
72
22
8
34
17
23
10
23
50
31
32
22
33
14
23
14
15
27
26
14
40
75
34
17
15
28
9
10
8
16
10
10
22
32
58
33
22
12
24
48
50
12
70
36
30
21
16
13
25
64
28
12
10
35

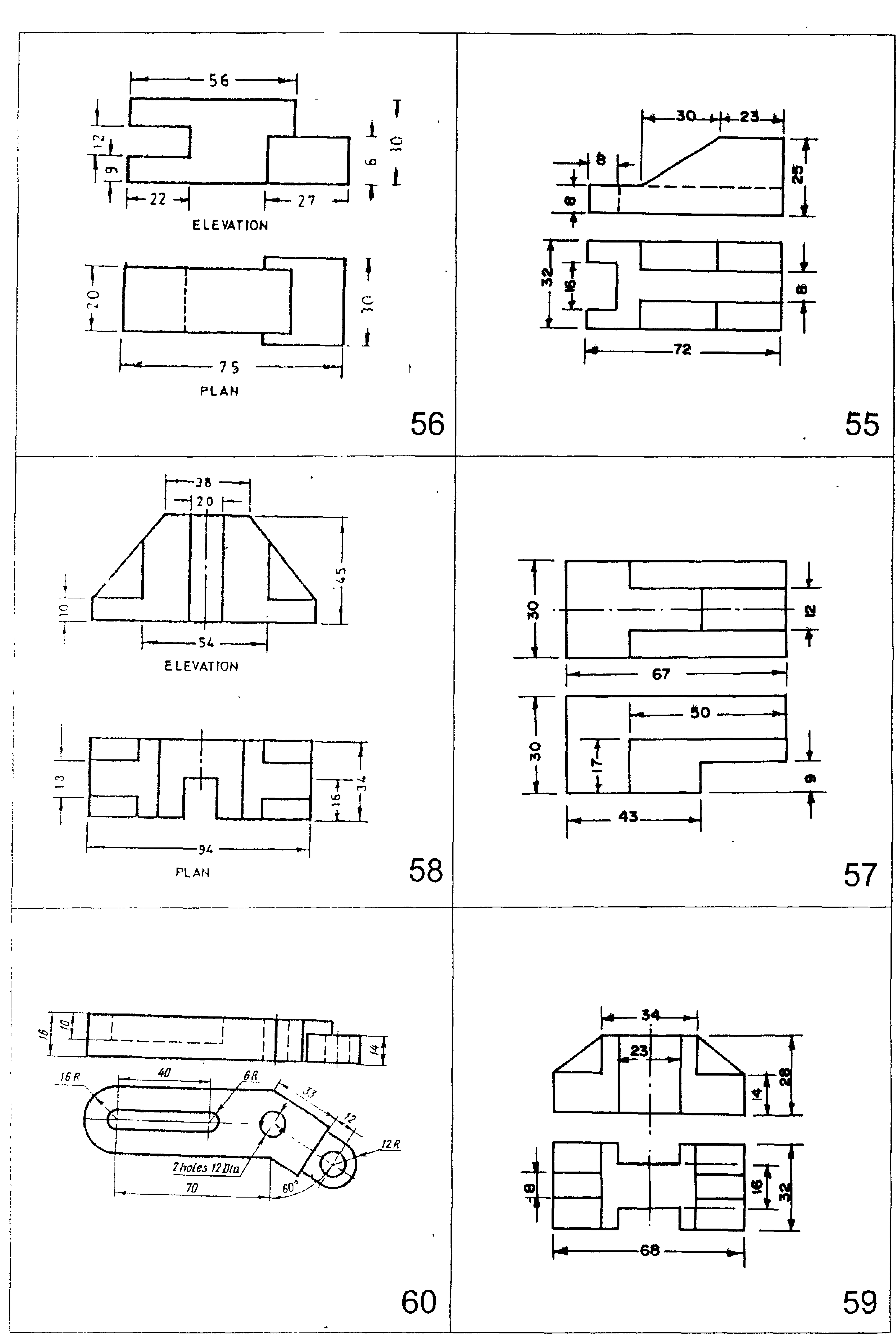


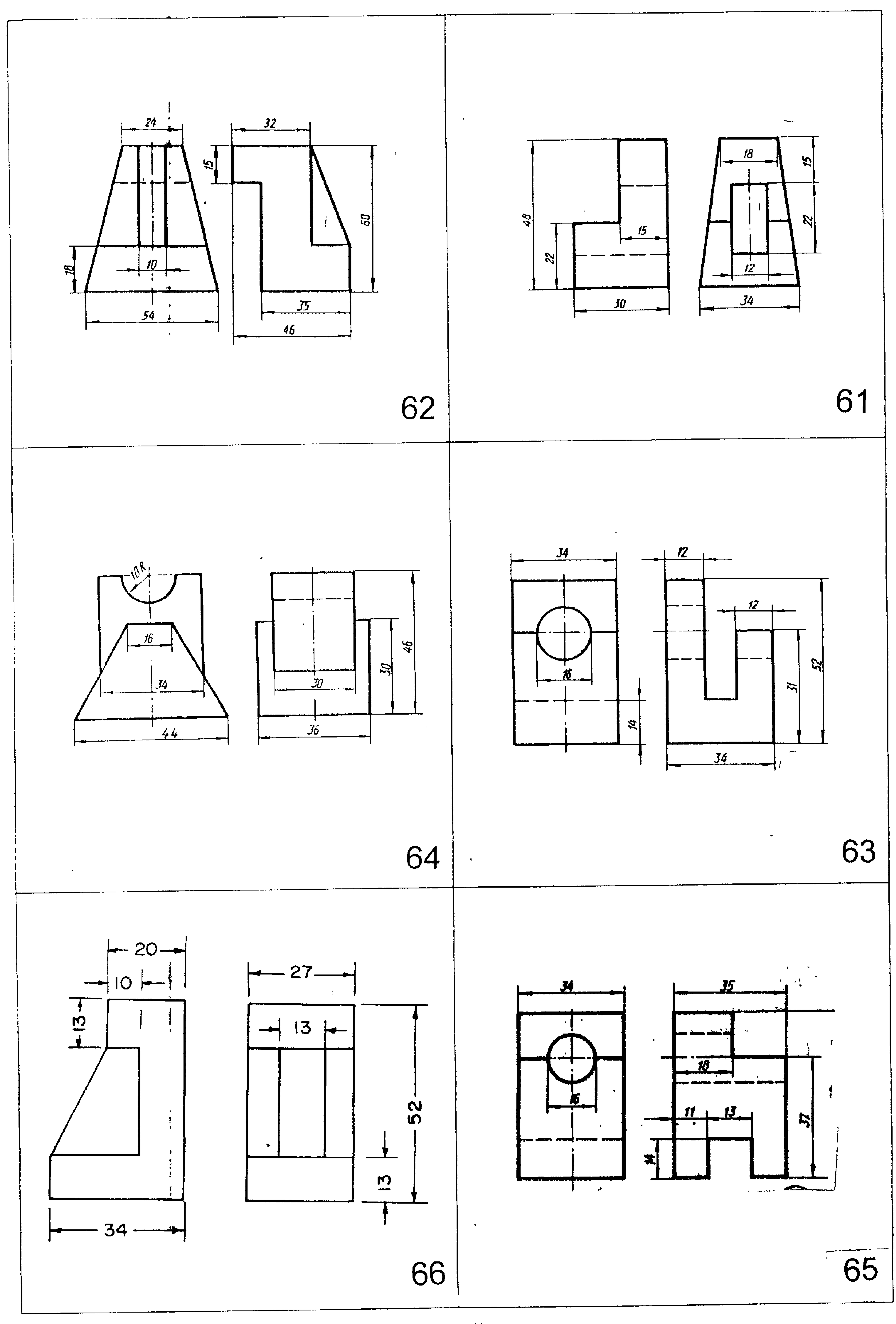
32
10
14
5
27
15
28
18
68
38
18
37
12
10
23
44
60
8
50
24
37
12
26
47
28
36
8
38
26
32
39
12
10
14
26
48
22
34
10
42
36
40
16
27
10
13
34
10
16
26
46
30
42
26
13
20
45
12
16
36
16
40
30
41



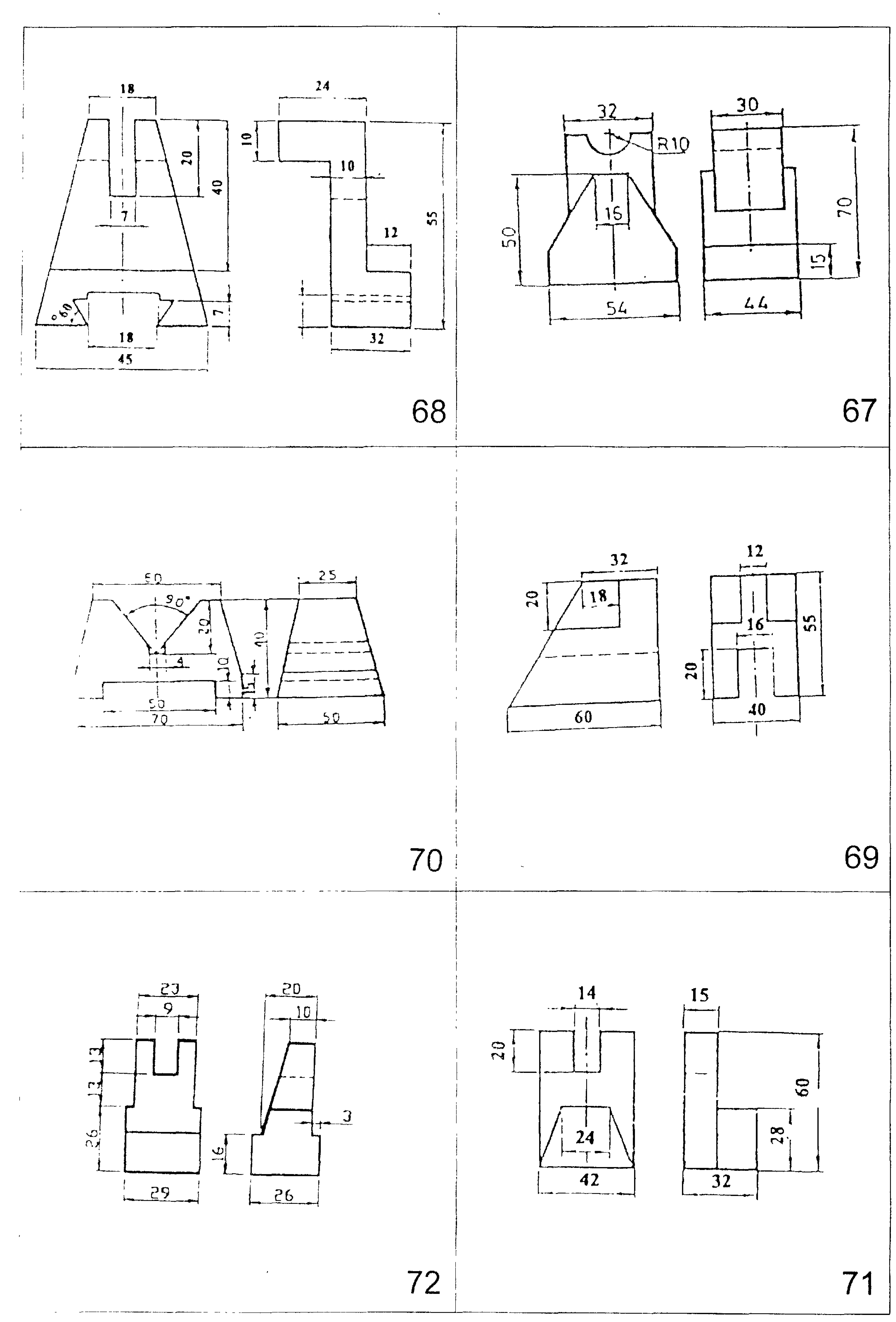
44
31
27
21
18
5R
30
22
17
42
45
9R
48
10
22
4
15R
6
90
43
63
15
13
25
26
26
26
10
18
46
70
15°
40
30°
8
10 R
15
70
20
33
12 Dia
45
20
12
25
13
36
28
9
57
14
27
70
48
18
10
8
38
28
18
11R
38
20
30
47
46
26
44
12
27
24
4
42
24
6
35
80


50
49
52
51
Plate
54
53

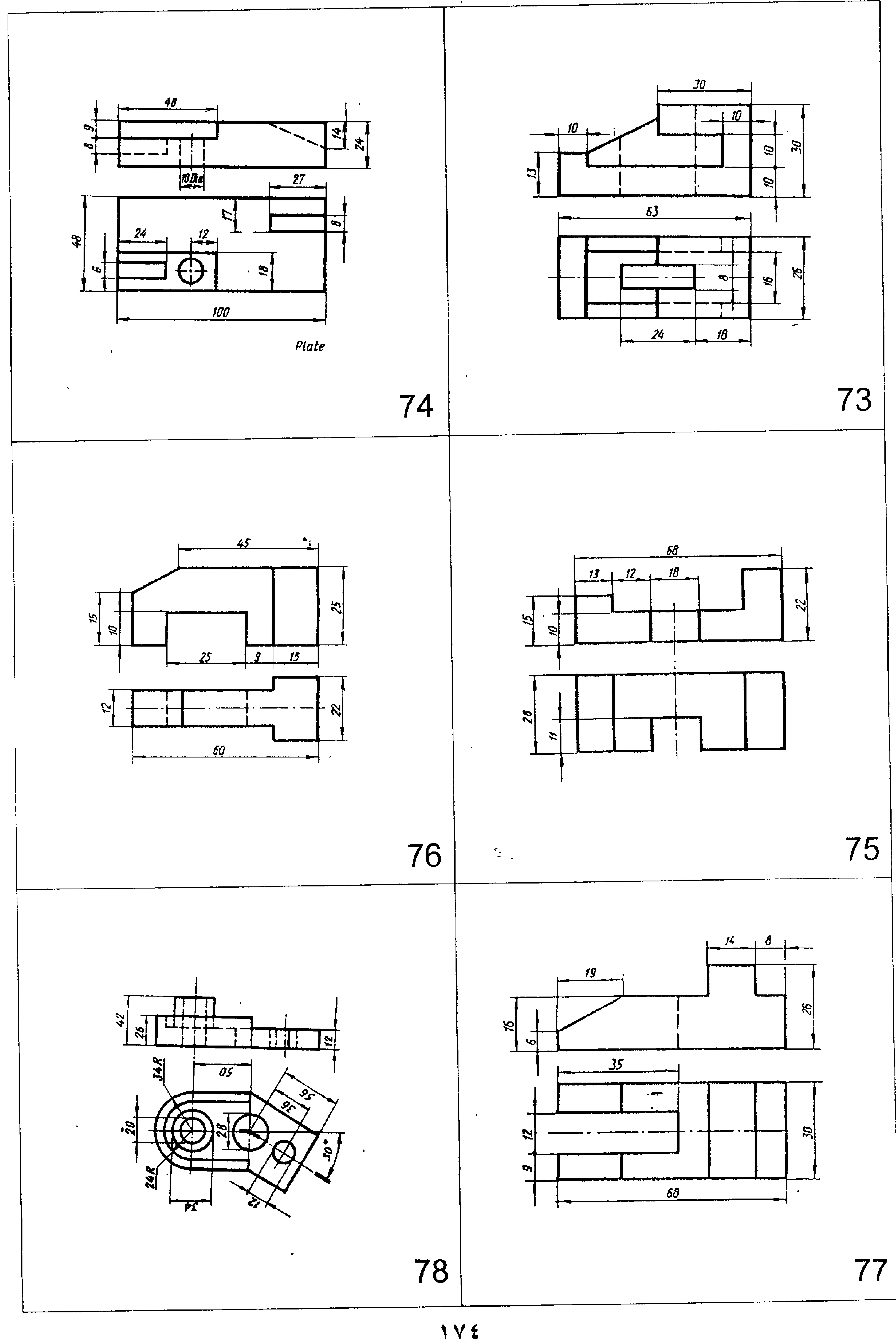

56
ELEVATION
PLAN
56
12
9
22
27
6
10
20
30
75
55
30
23
8
8
25
32
16
8
72
58
ELEVATION
PLAN
38
20
45
10
54
13
16
34
94
57
30
12
67
50
17
9
43
60
16
10
14
16 R
40
6 R
33
12
12 R
2 holes 12 Dia
70
60°
59
34
23
28
14
8
16
32
68


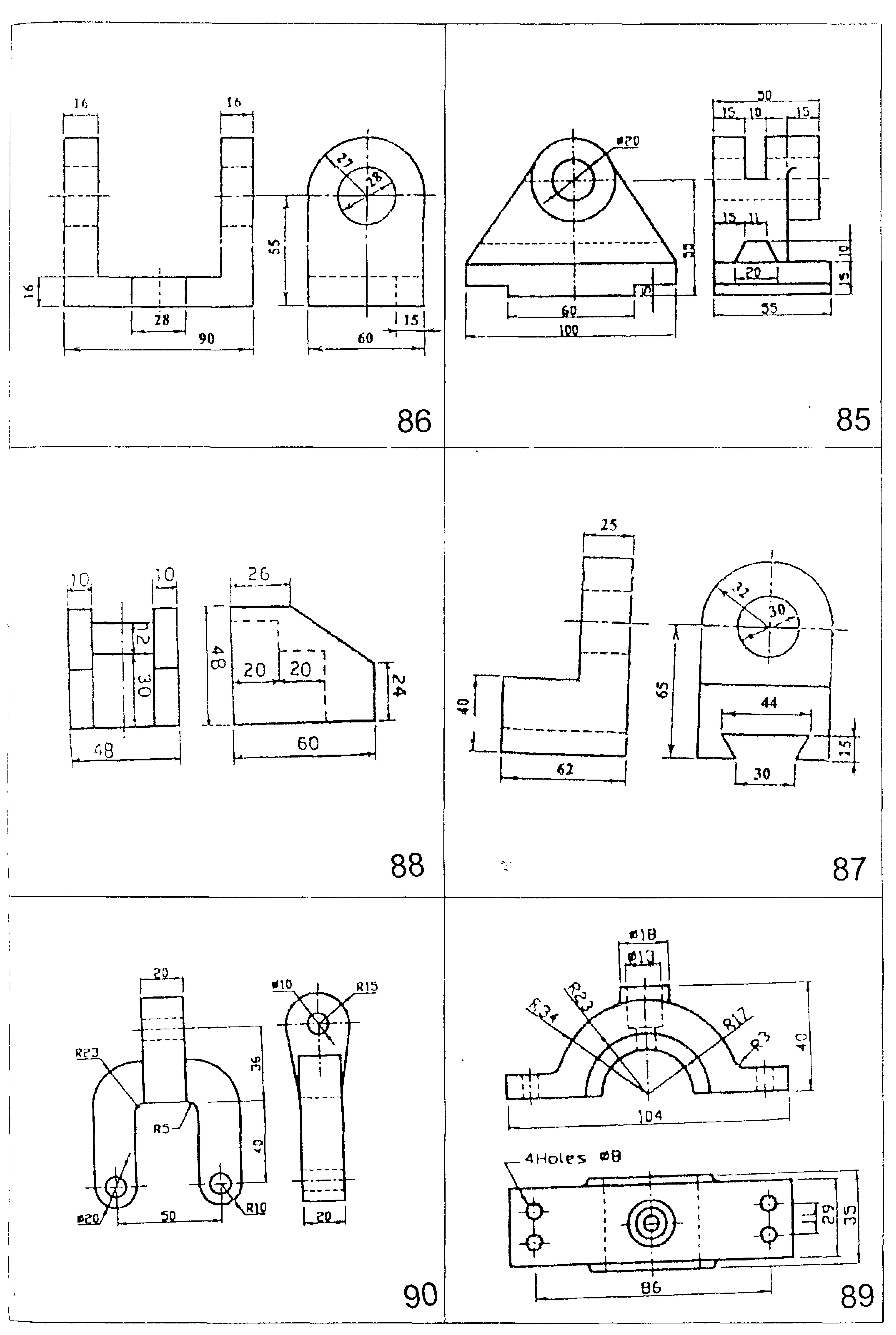
24
32
15
60
18
10
54
35
46
62
48
22
30
15
18
15
22
12
34
61
10 R
16
34
44
30
36
30
46
64
34
16
14
12
12
31
52
34
63
20
10
13
34
27
13
52
13
66
34
16
35
18
11
13
14
37
65



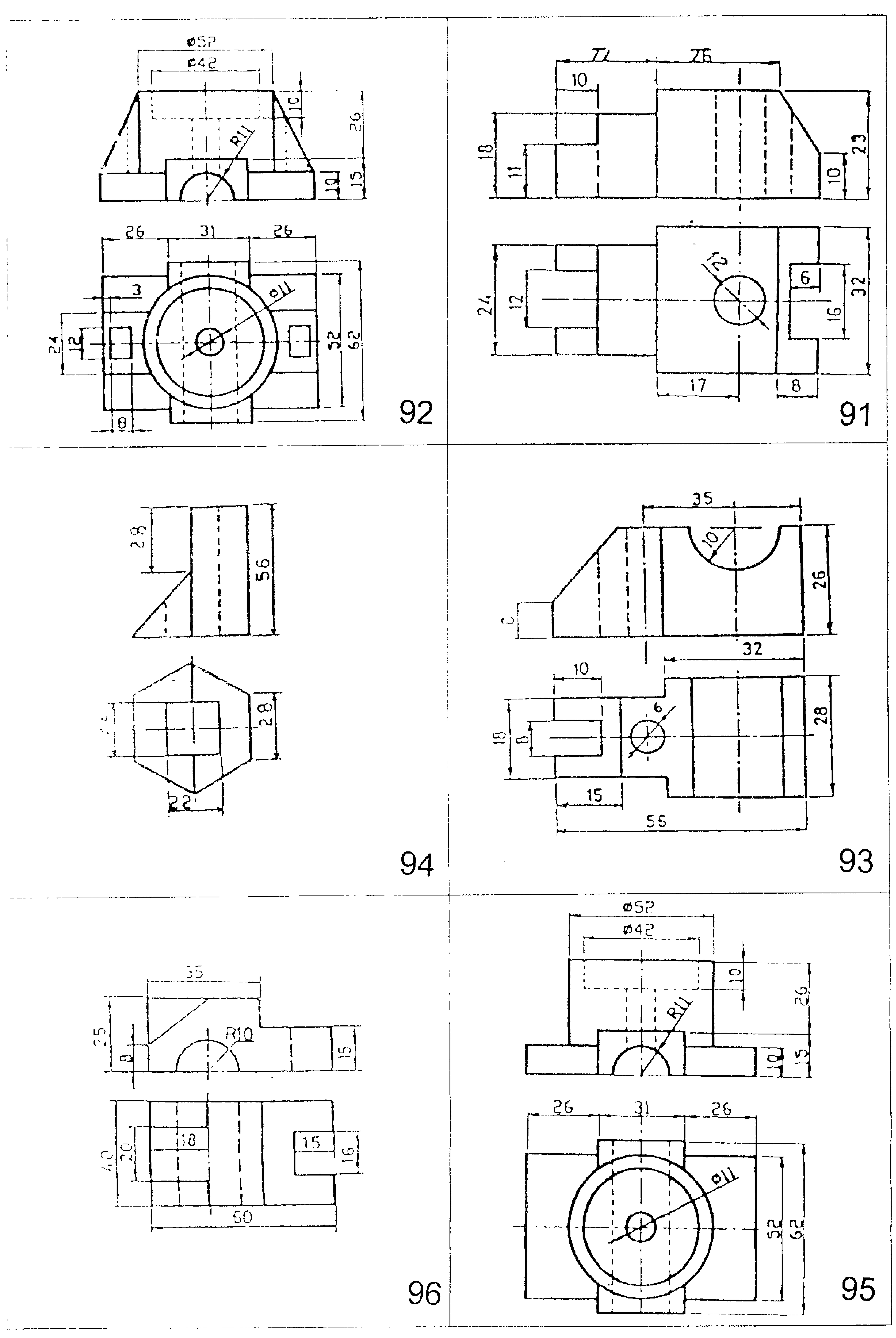
18
24
20
40
10
10
55
7
12
°60
7
18
32
45
68
32
30
R10
70
50
15
15
54
44
67
60
25
90°
20
40
4
10
11
50
70
50
70
32
12
20
18
16
55
20
60
40
69
23
20
9
10
13
13
3
26
16
29
26
72
14
15
20
60
24
28
42
32
71


48
9
8
14
24
10 Dia
27
17
8
48
24
12
6
18
100
Plate
74
30
10
10
13
10
30
10
63
8
16
26
24
18
73
45
15
10
25
25
9
15
12
22
60
76
68
13
12
18
15
10
22
26
11
75
42
26
12
50
34R
56
36
20
28
30°
24R
34
12
78
14
8
19
16
6
26
35
12
30
9
68
77

80
22
12
15
30
15
55
15
38
79
15
12
20
65
20
34
30
82
20
14
Ø12
50
10
28
10
19
35
40
81
34
16
14
30
20
62
24
46
50
84
32
32
60
24
45
60
12
52
83
18
10
6
20
55
7
8
25
17
10
32
18
10

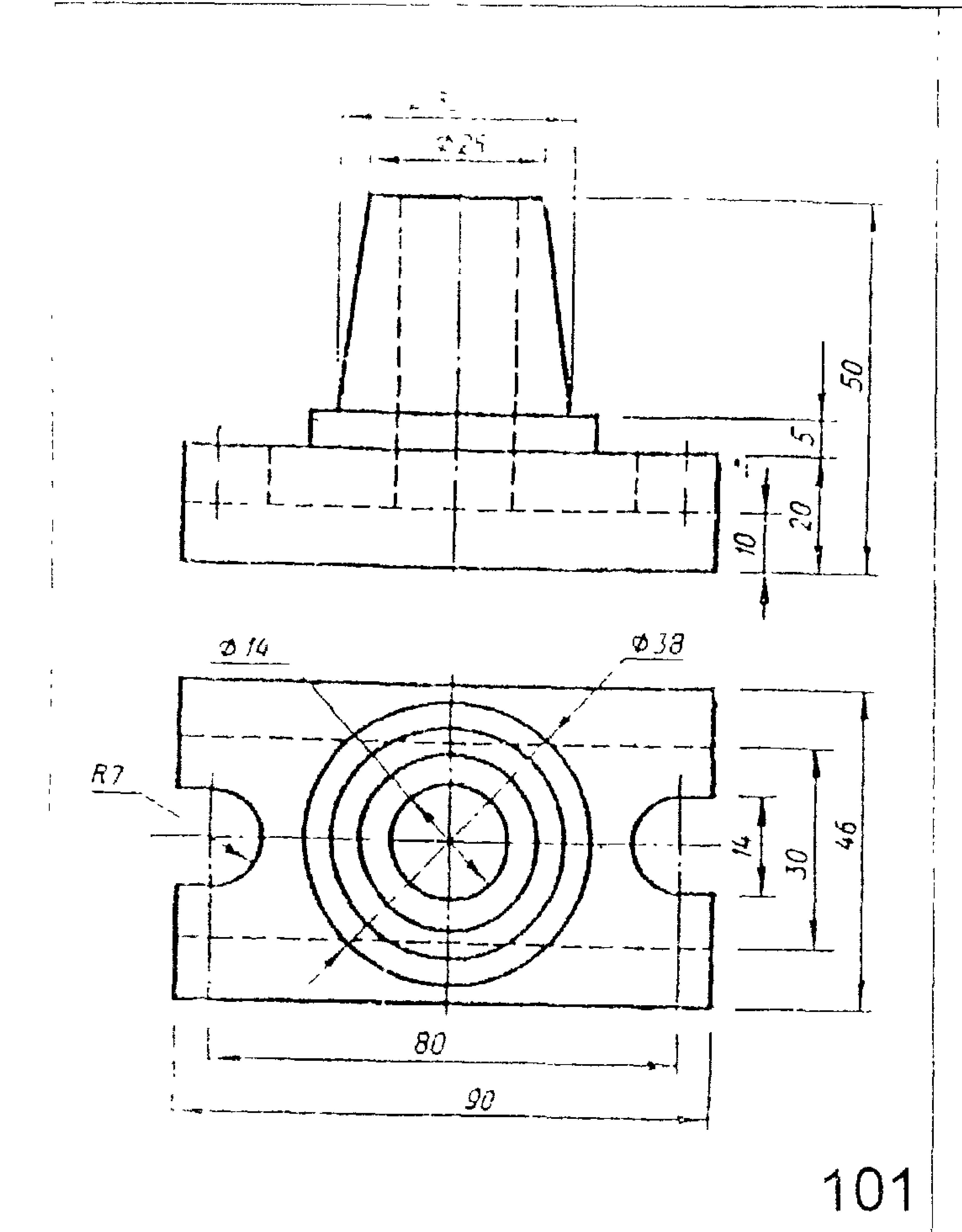


86
85
88
87
90
89
4Holes ø8

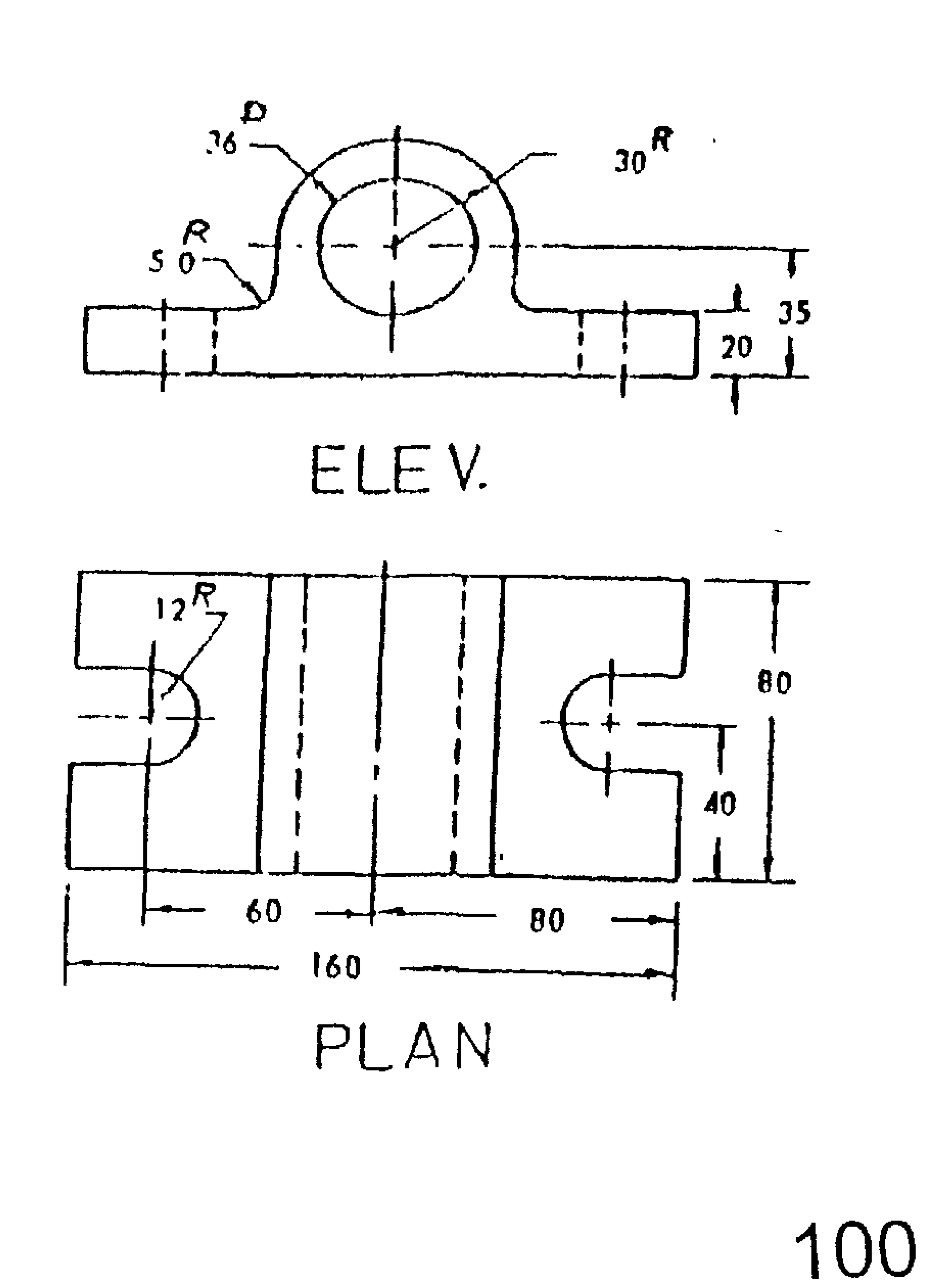


92
91
94
93
96
95


30
23
16
46
27
9
40
102
22
12
38
46
50
97
30
20
8
24
16
22.5
55
ELEVATION
3R
3R
17.5
17.5
7
7
30
55
PLAN
98
22
66
22
44
56
99



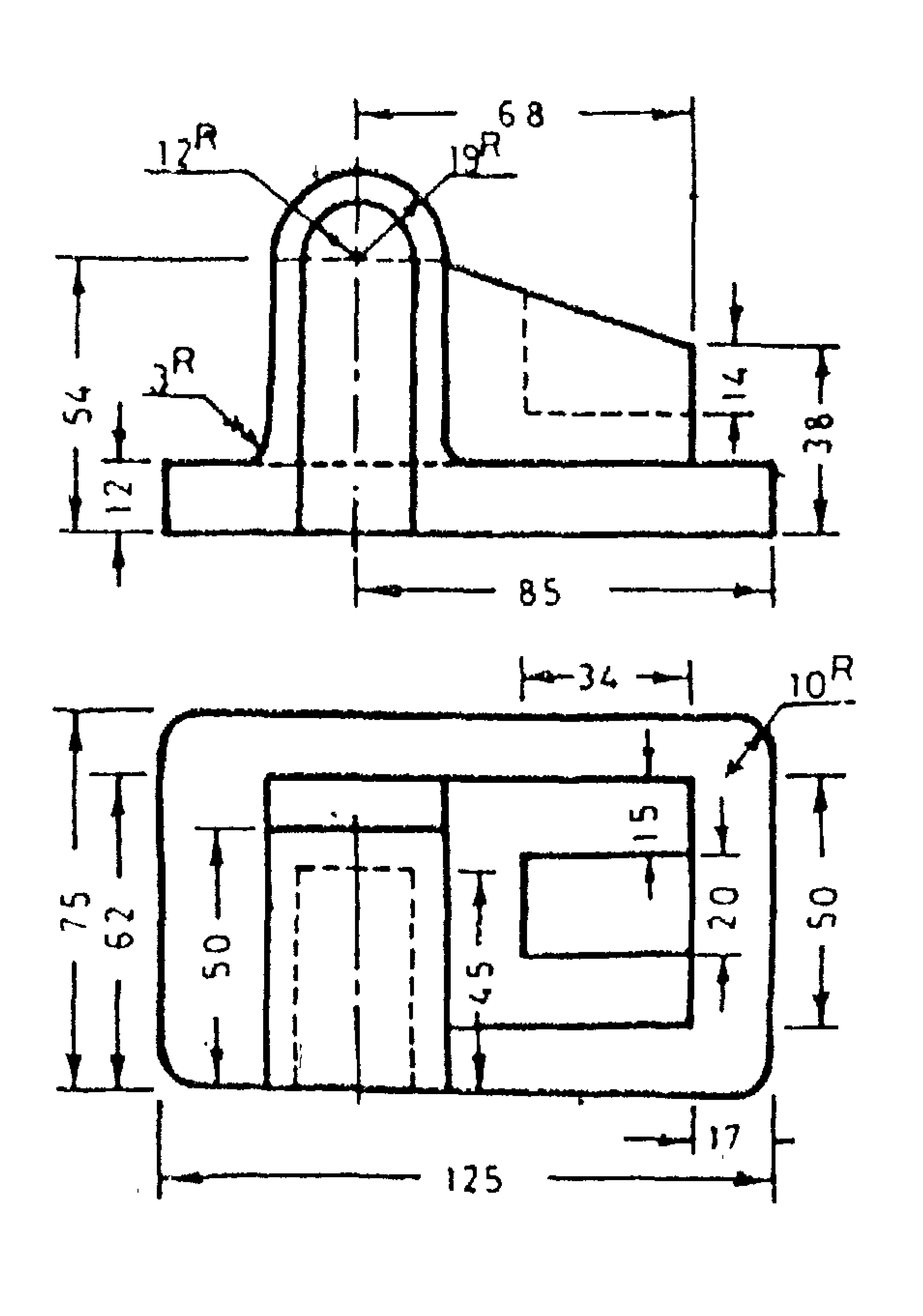
101



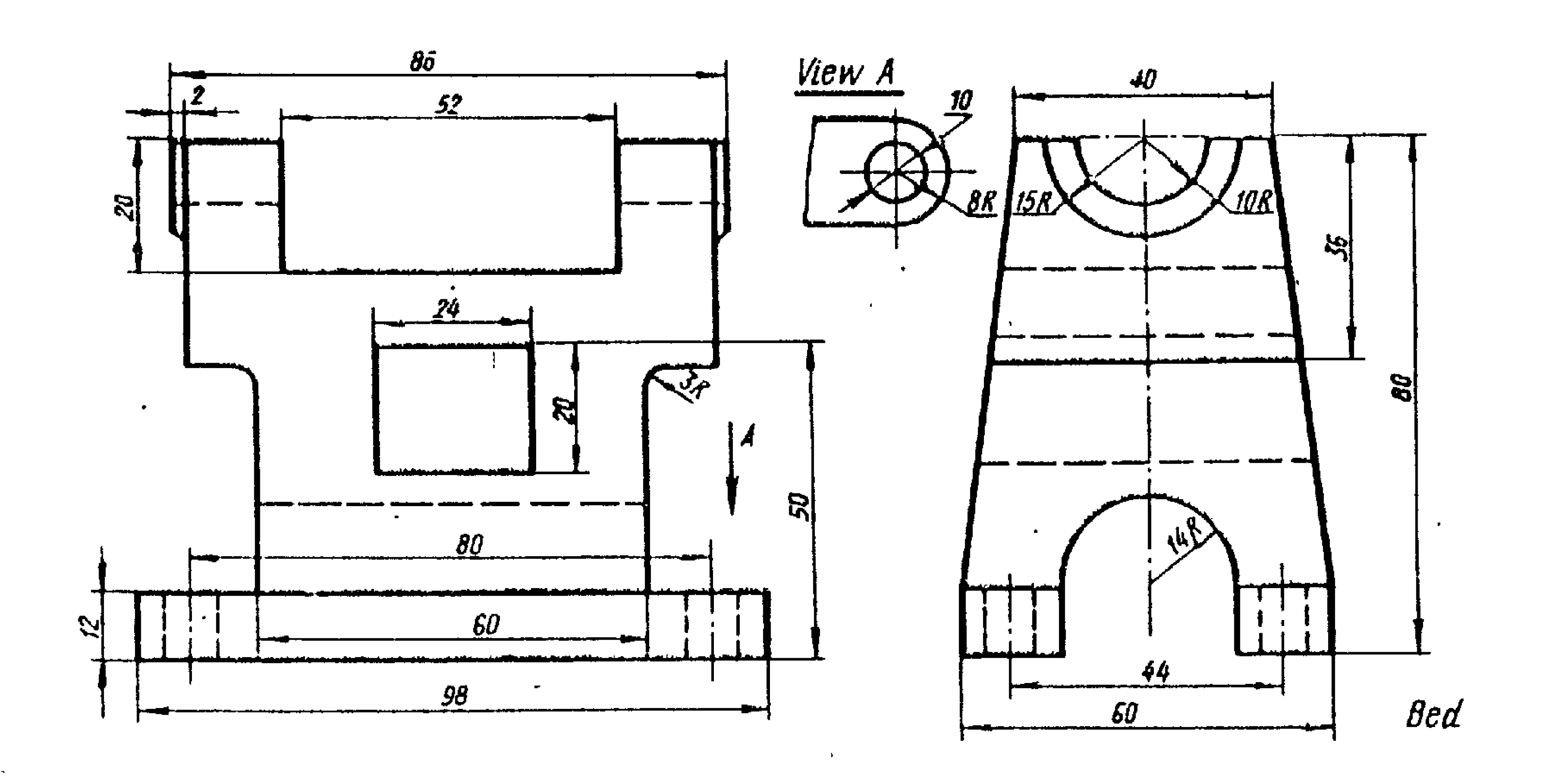
100

50×50
40×40
60
10
80
Ø12
20
20
60
30×30
100

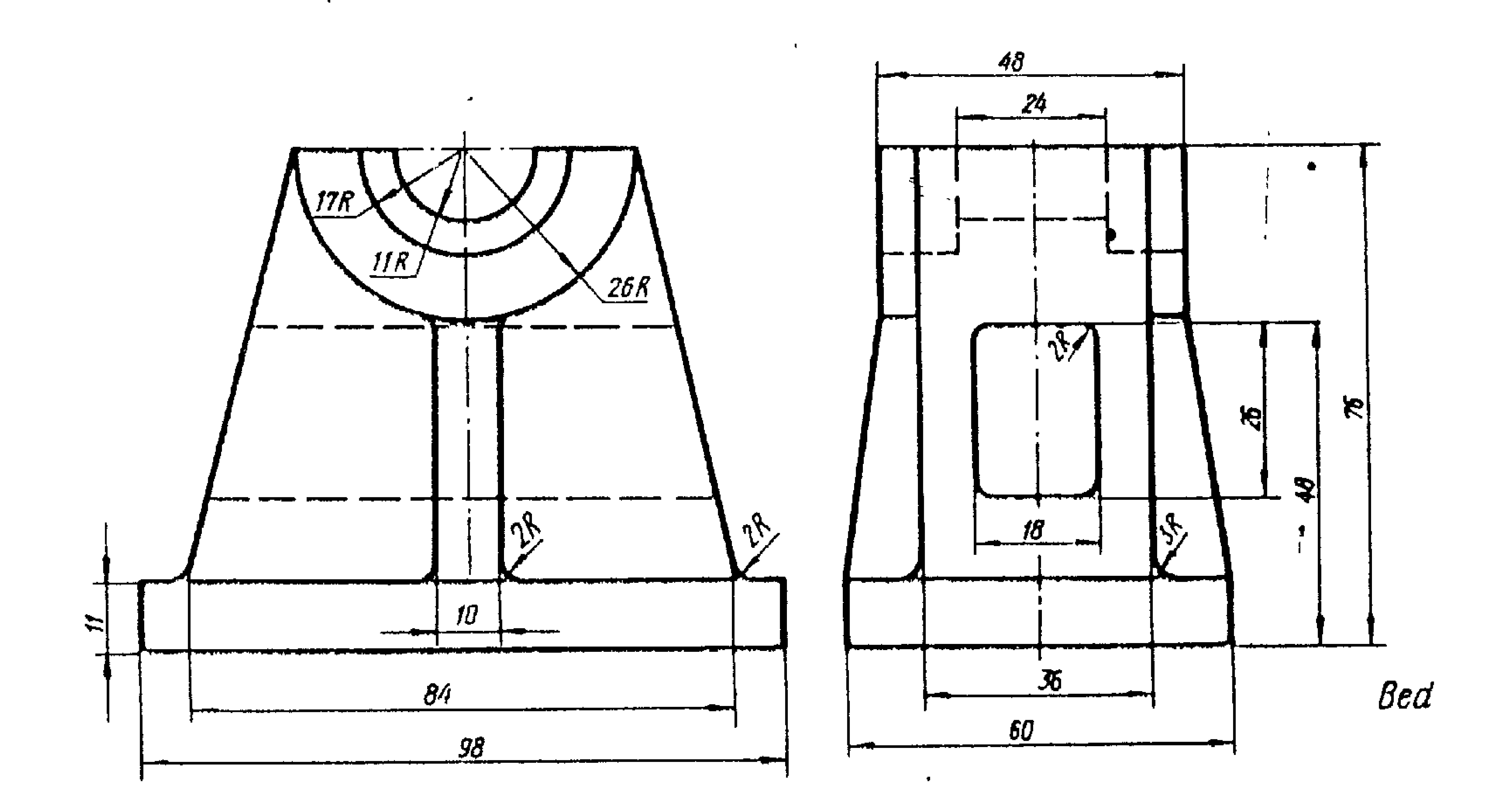
103



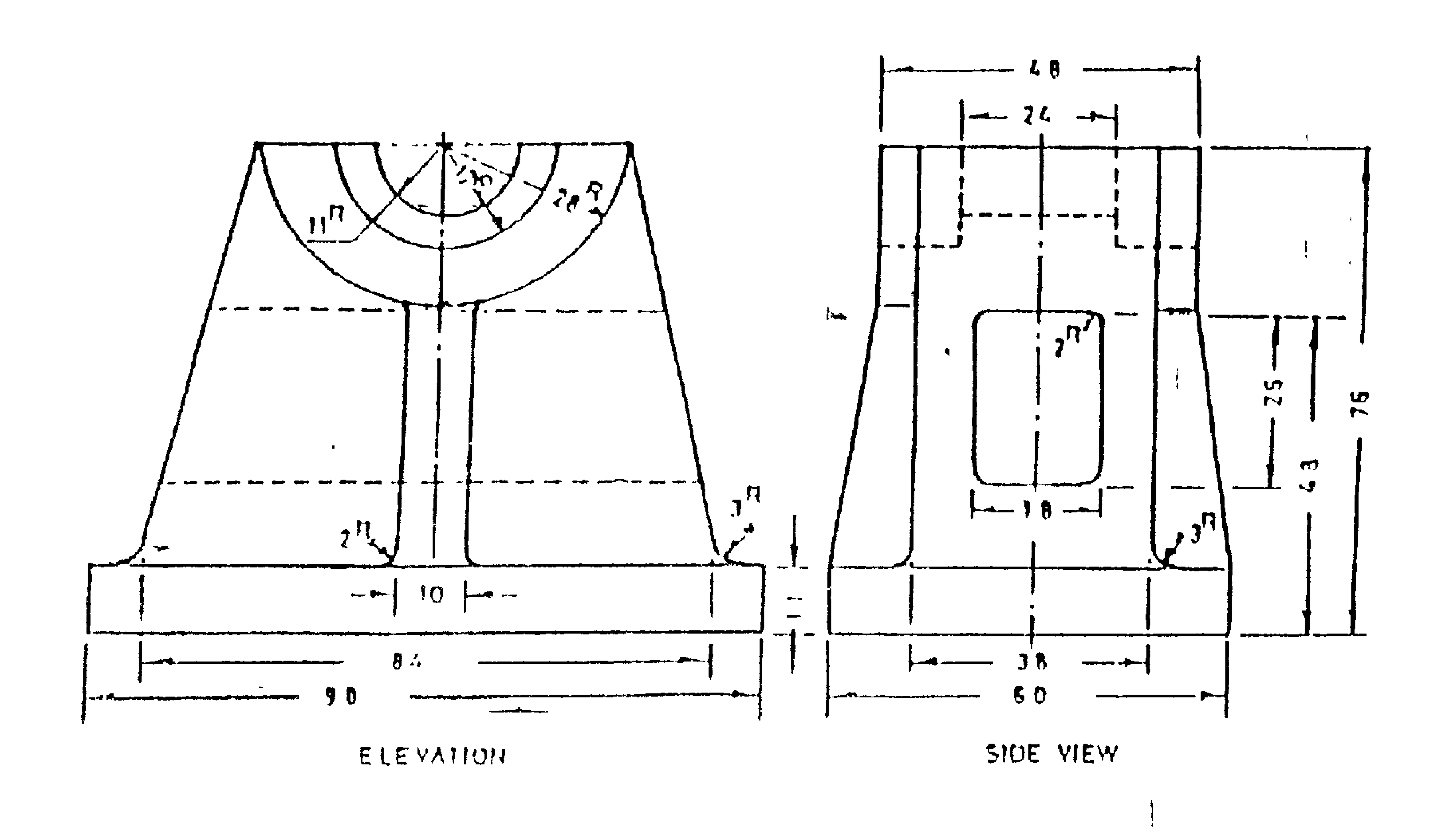
102


86
2
52
20
24
20
3R
A
50
80
60
12
98
View A
10
8R
40
15R
10R
36
80
14R
44
60
Bed

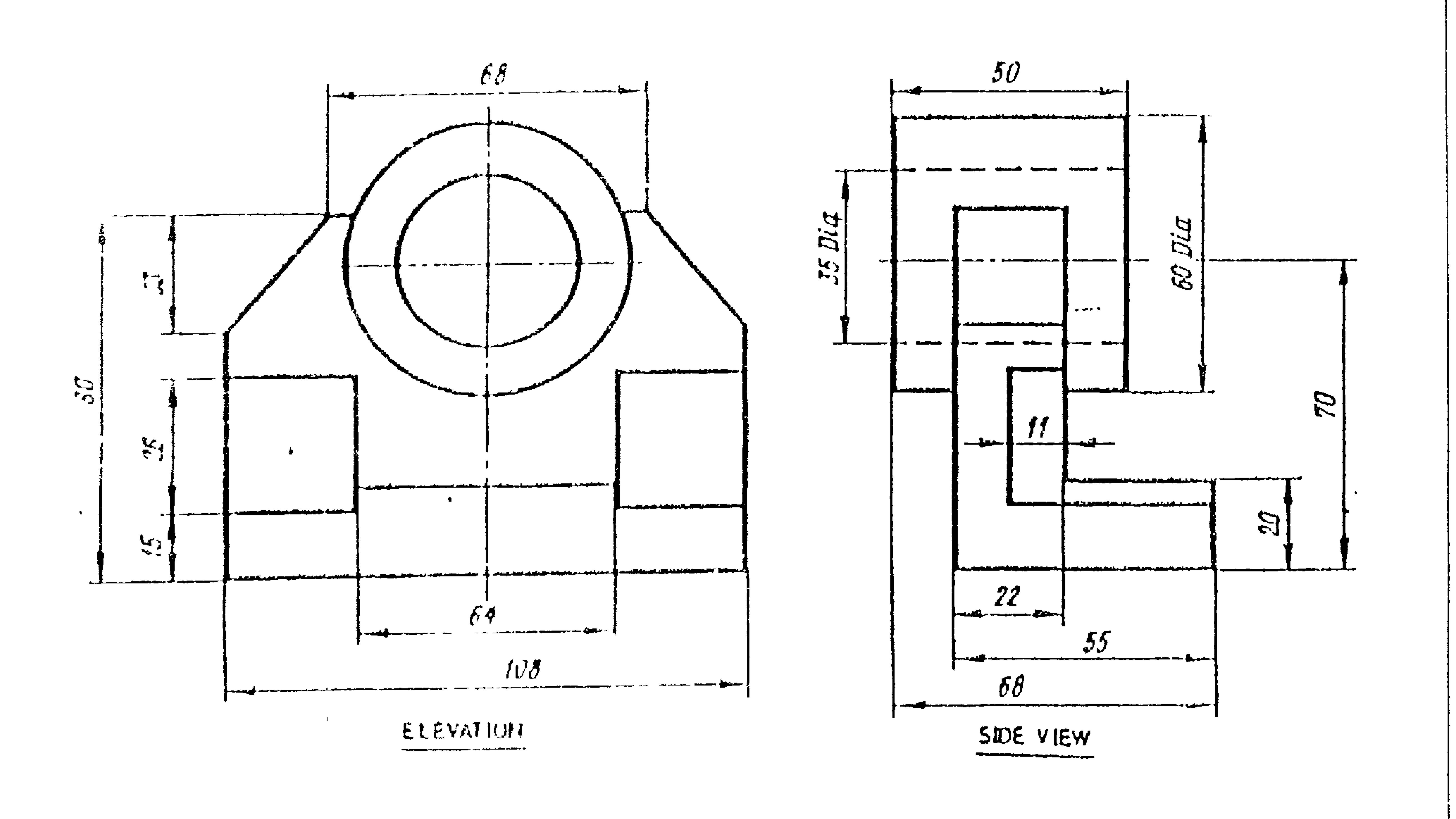
104


17R
11R
26R
2R
2R
11
10
84
98
48
24
2R
26
76
40
18
3R
36
60
Bed

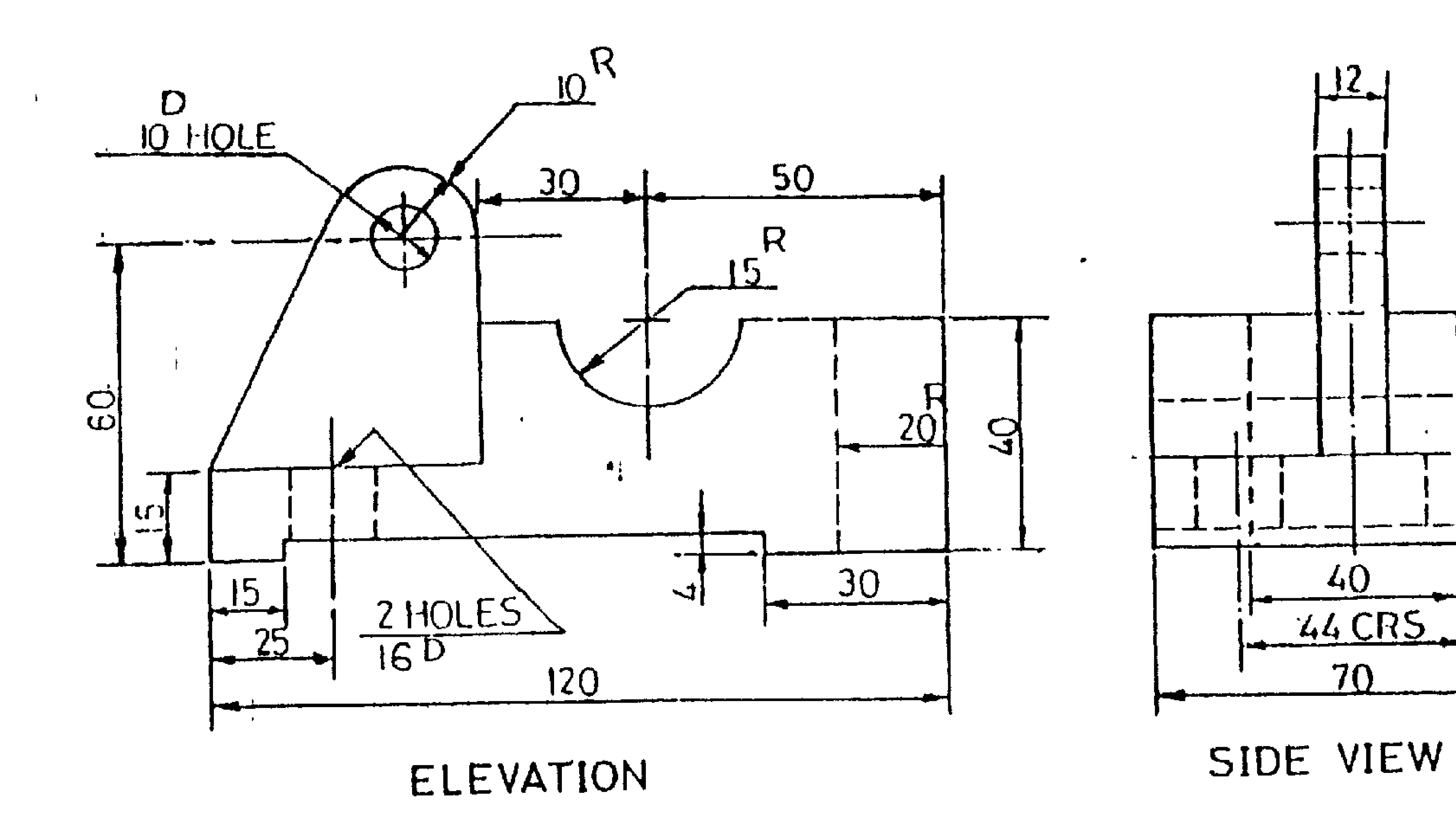
105


48
24
11R
28R
2R
3R
10
84
90
25
43
76
18
38
60
ELEVATION
SIDE VIEW

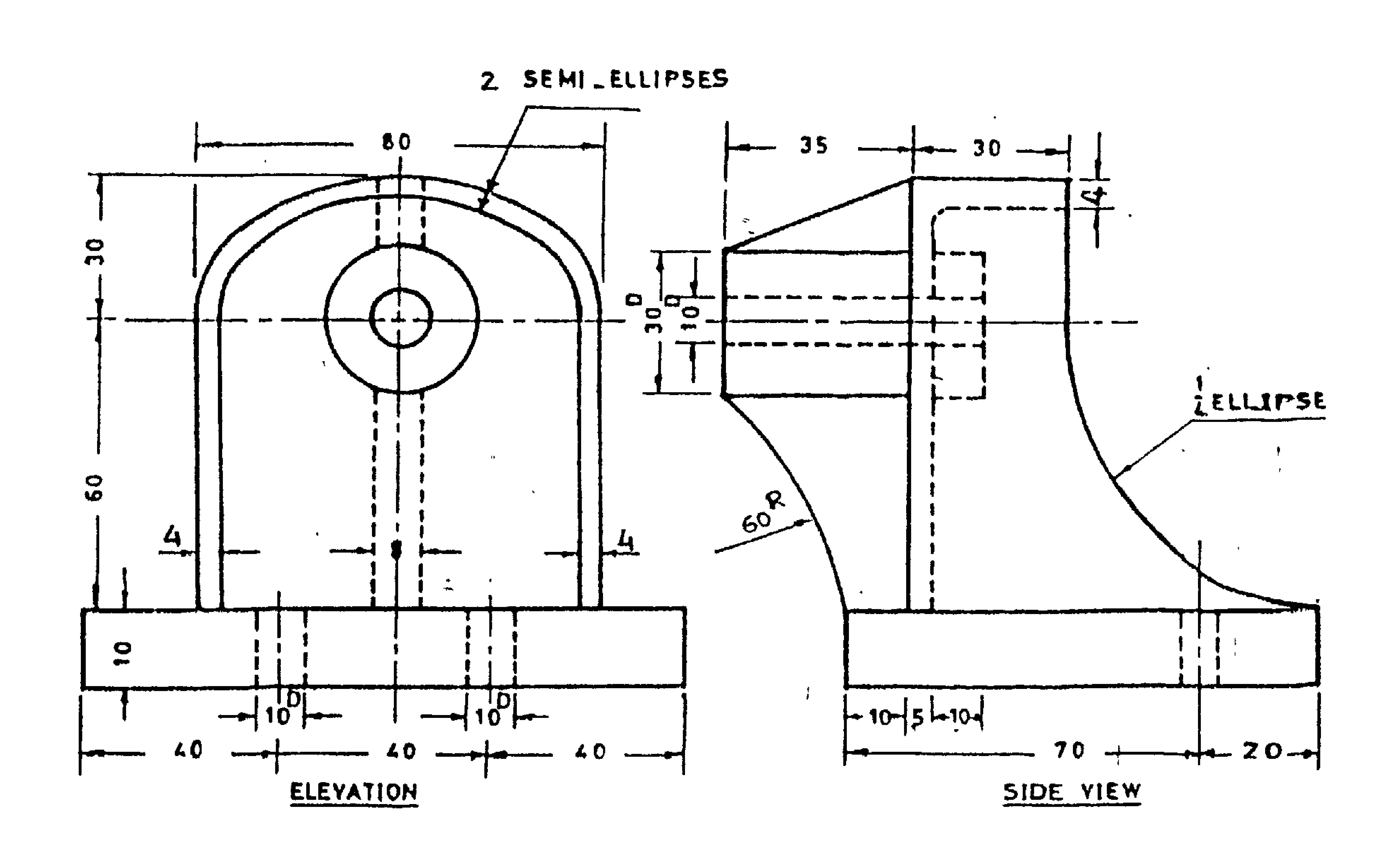
106


68
50
35 Dia
60 Dia
11
70
20
22
55
68
64
108
25
15
ELEVATION
SIDE VIEW

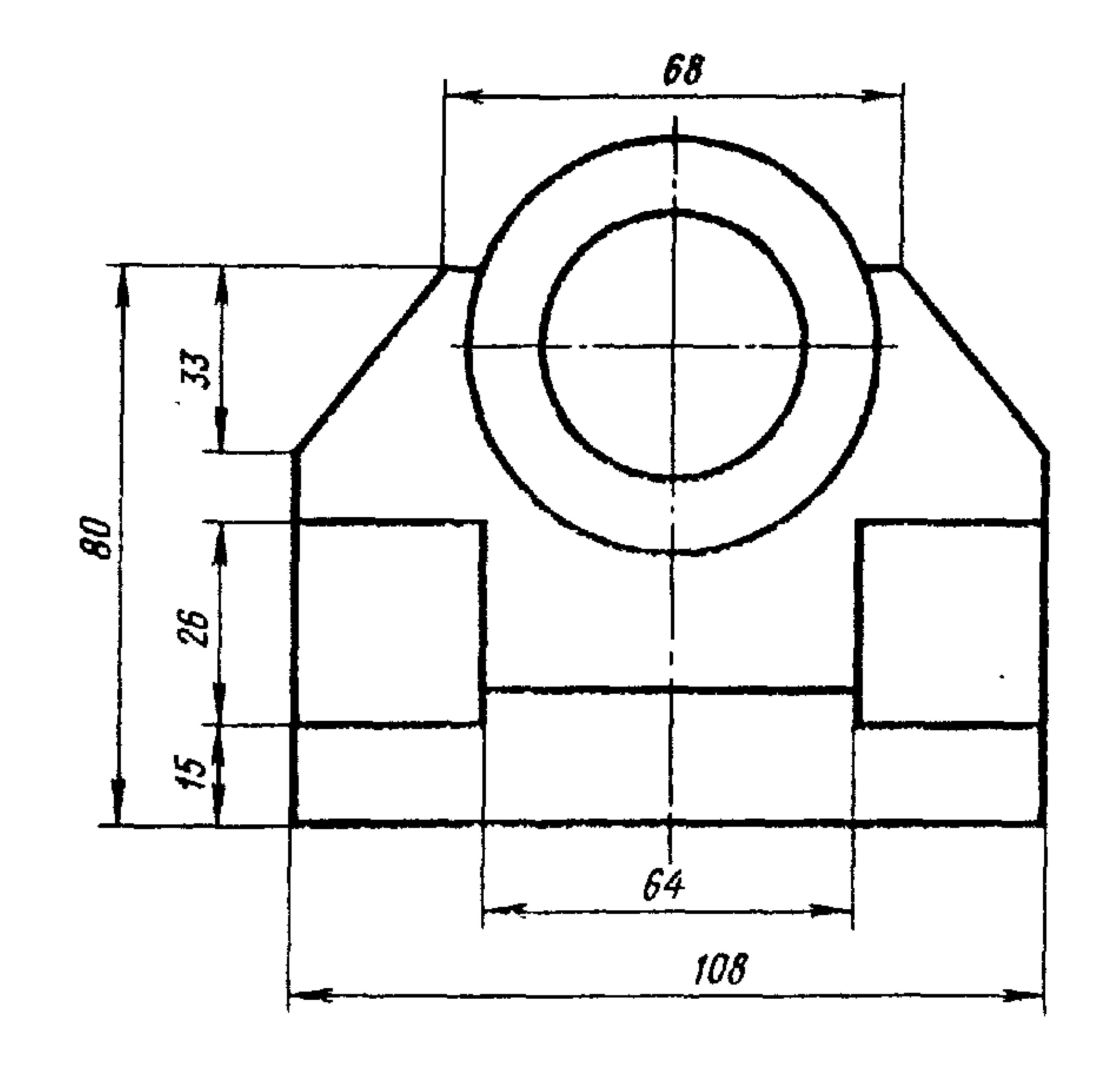
107


D
10 HOLE
10 R
30
50
15 R
60
20 R
40
15
4
30
15
25
2 HOLES
16 D
120
ELEVATION
12
40
44 CRS
70
SIDE VIEW

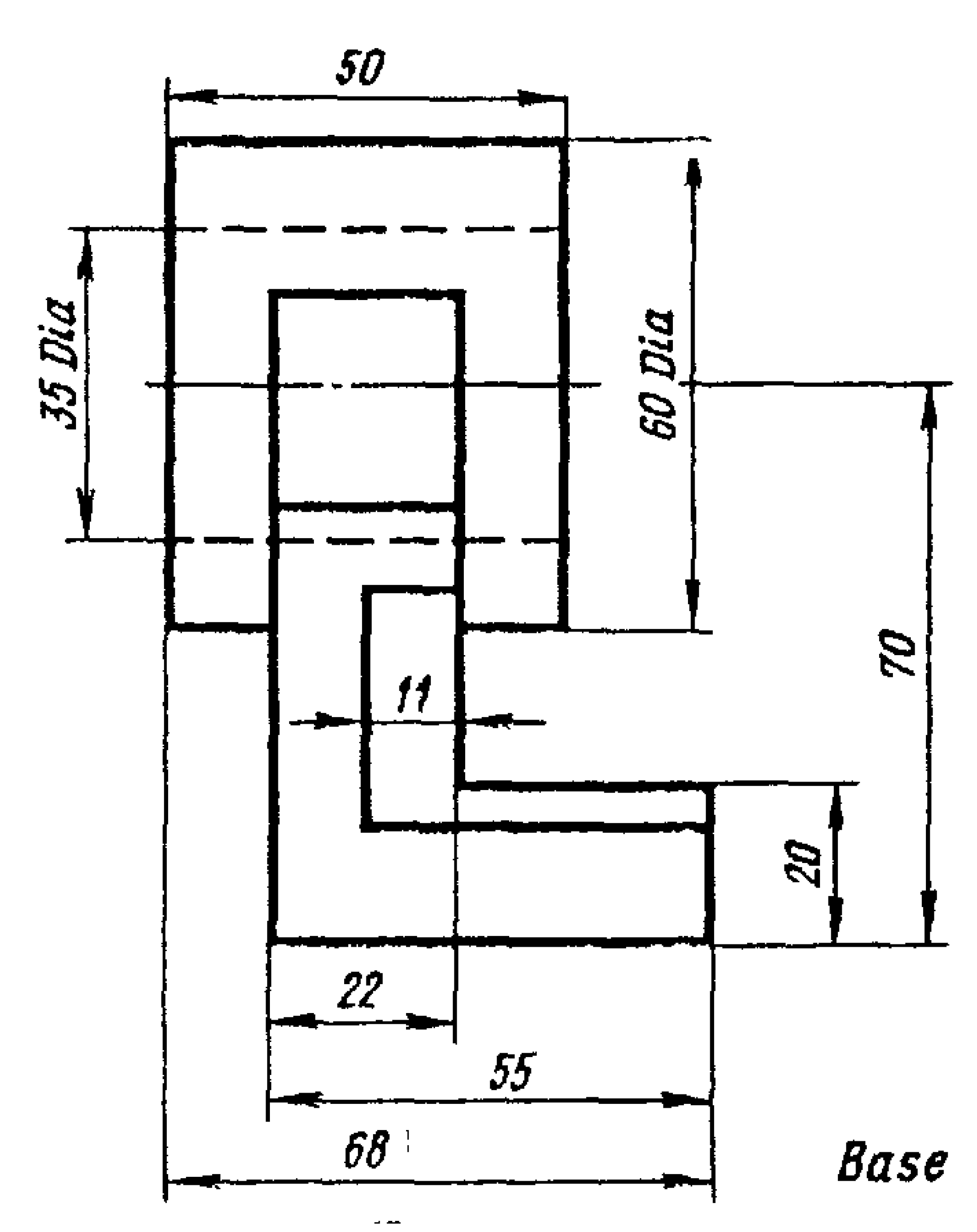

108


2 SEMI_ELLIPSES
80
30
60
4
4
10
10 D
10 D
40
40
40
ELEVATION
35
30
4
30 D
10 D
1/4 ELLIPSE
60 R
10
5
10
70
20
SIDE VIEW

109

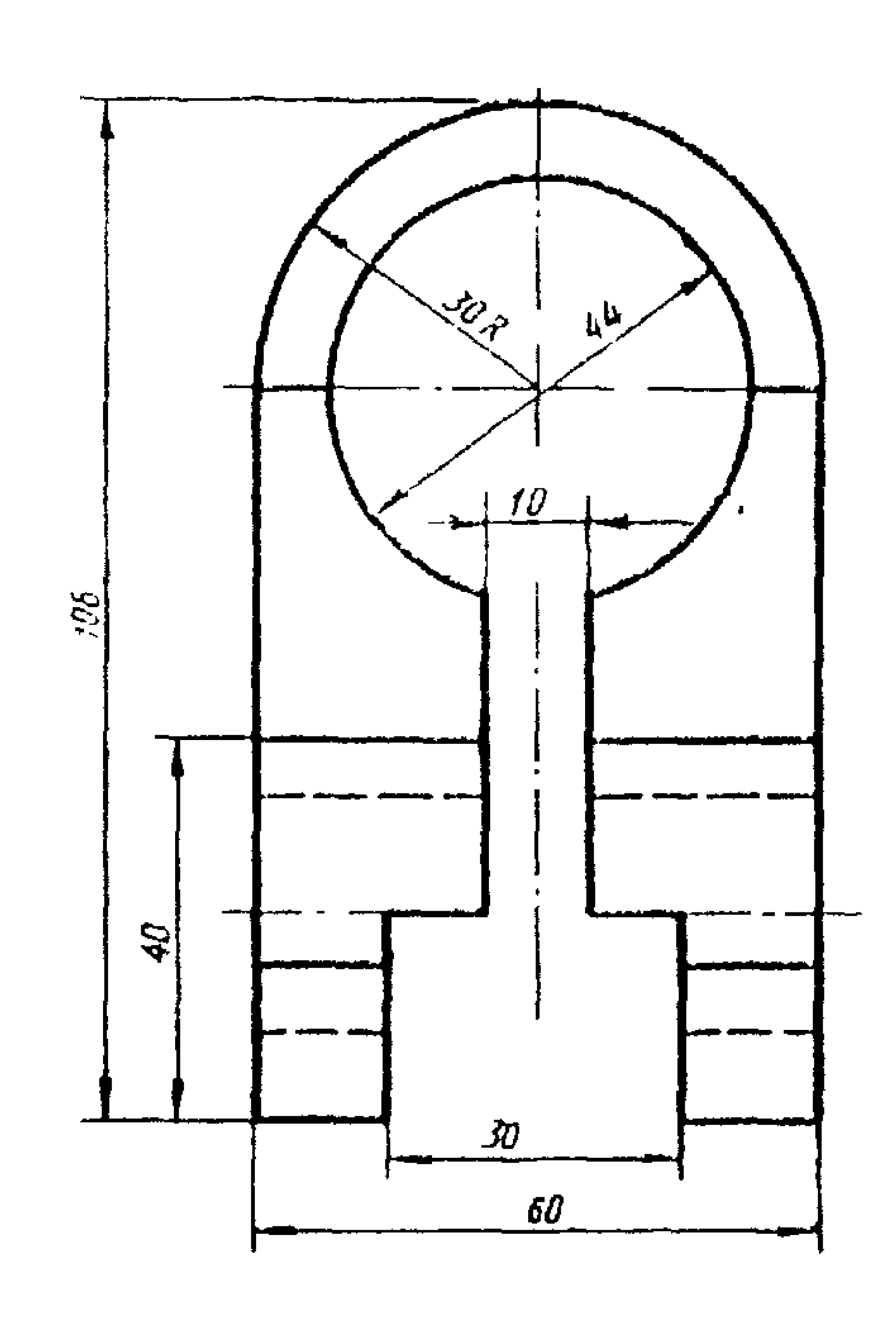


68
33
80
26
15
64
108

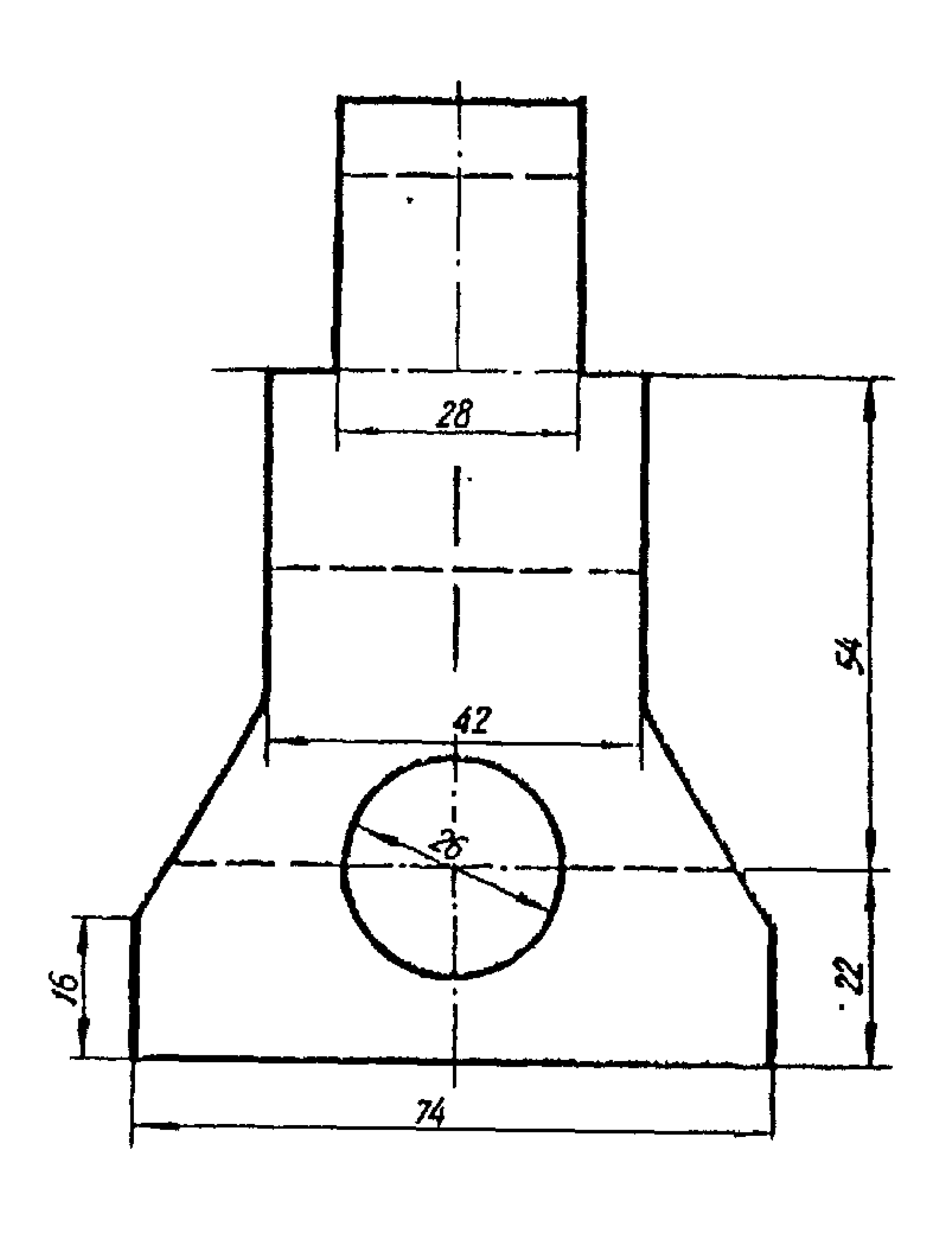


50
35 Dia
60 Dia
70
11
20
22
55
68
Base

110

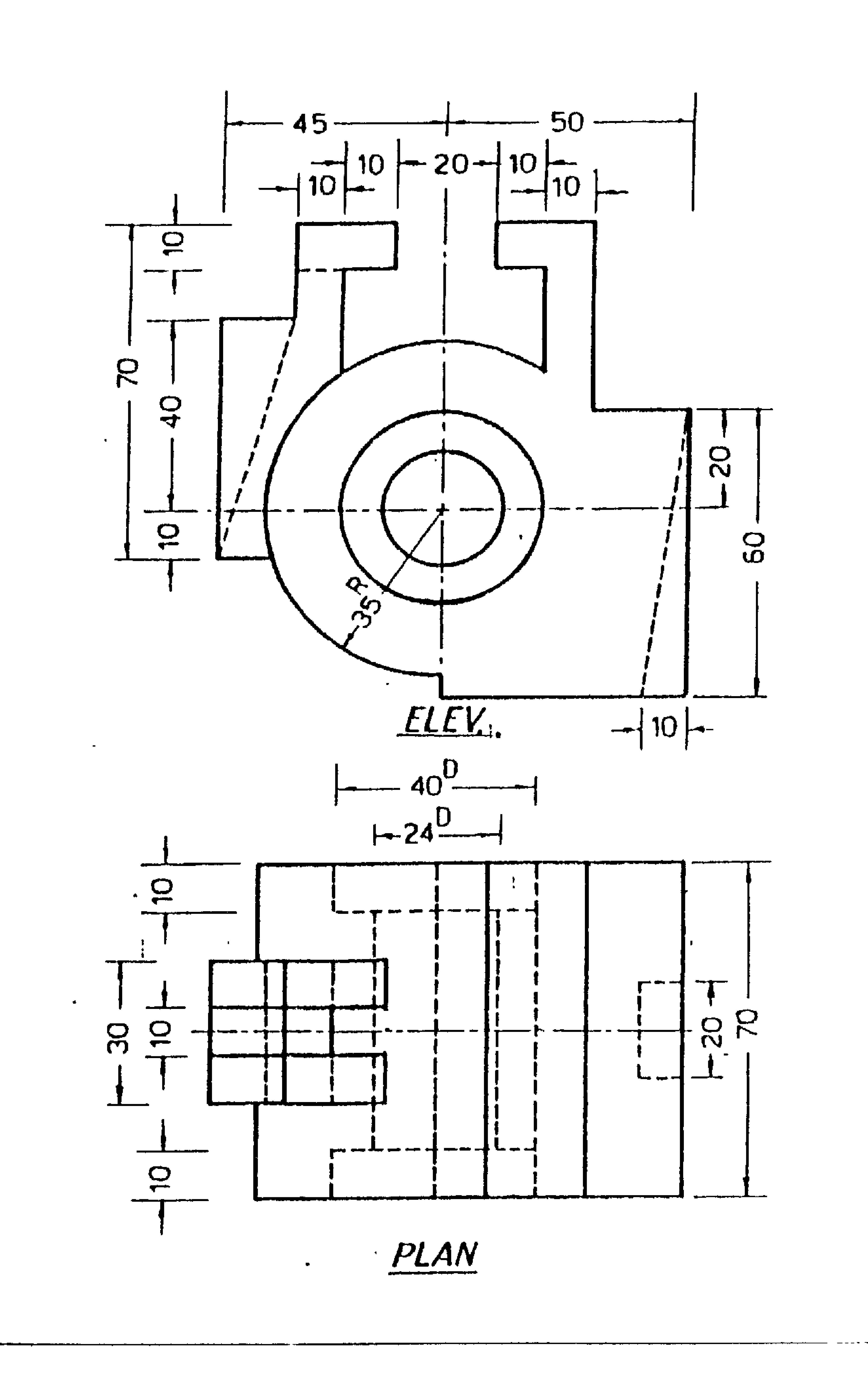


30 R
44
10
106
40
30
60

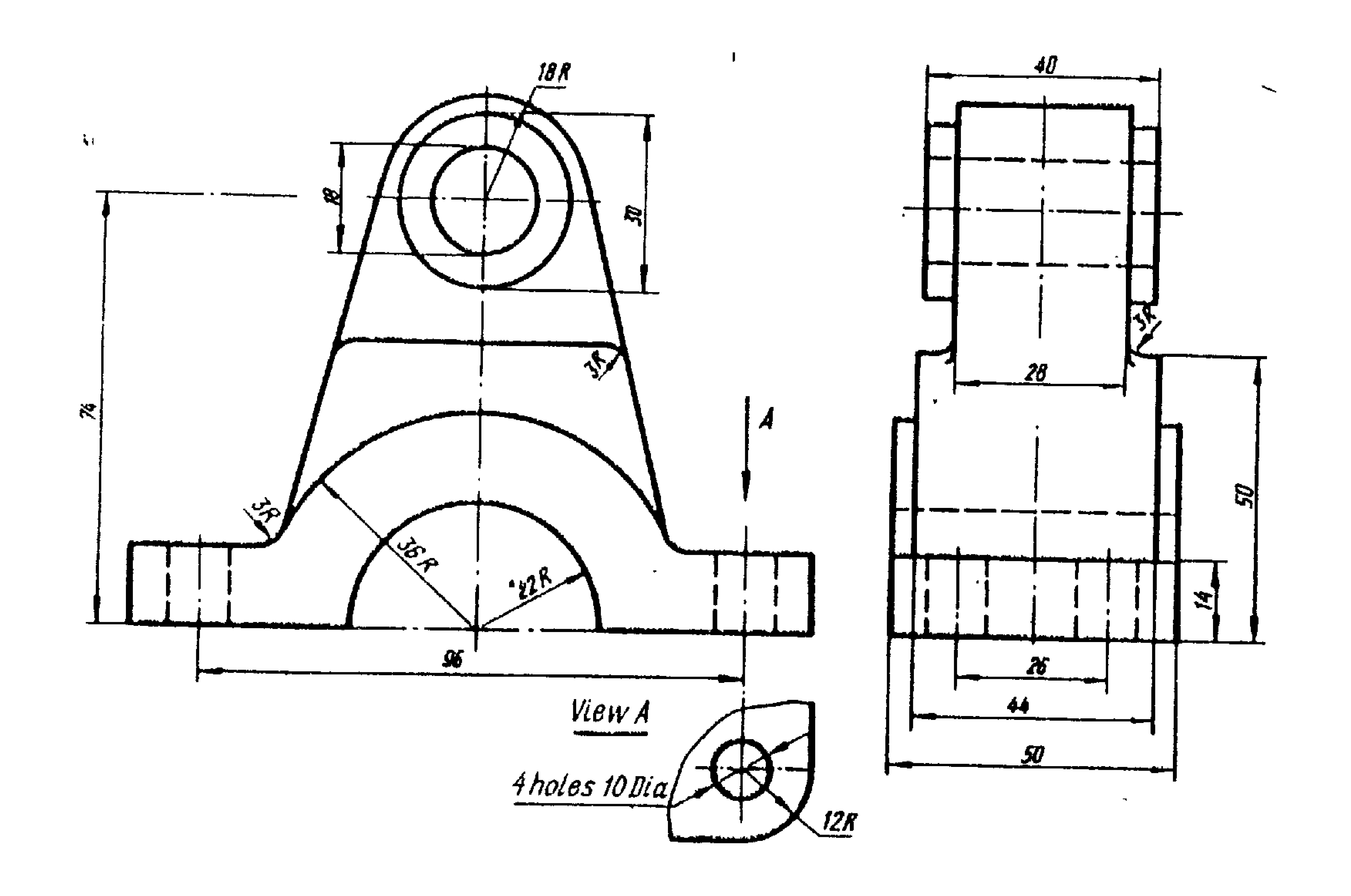


28
54
42
26
16
22
74

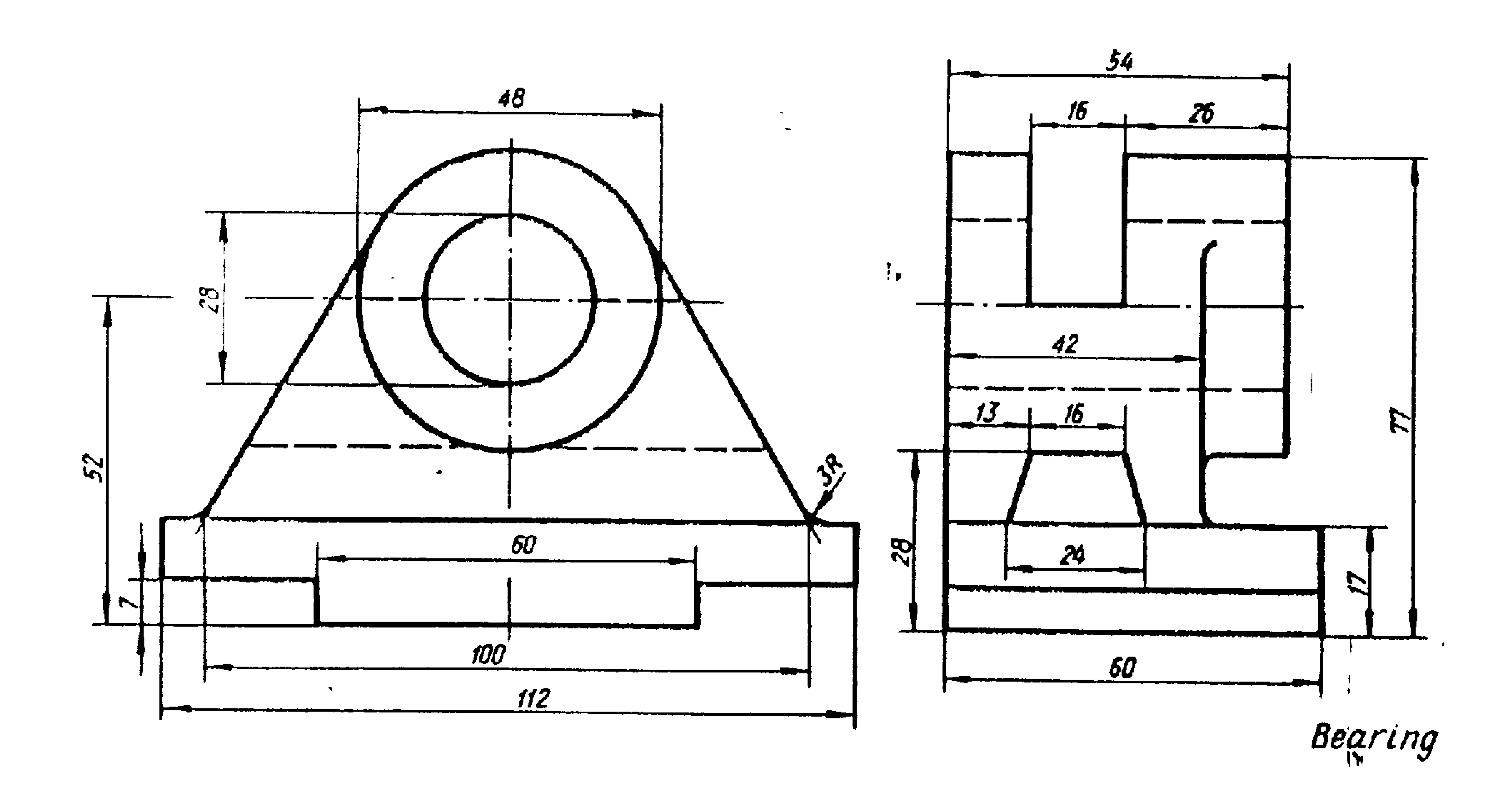
111



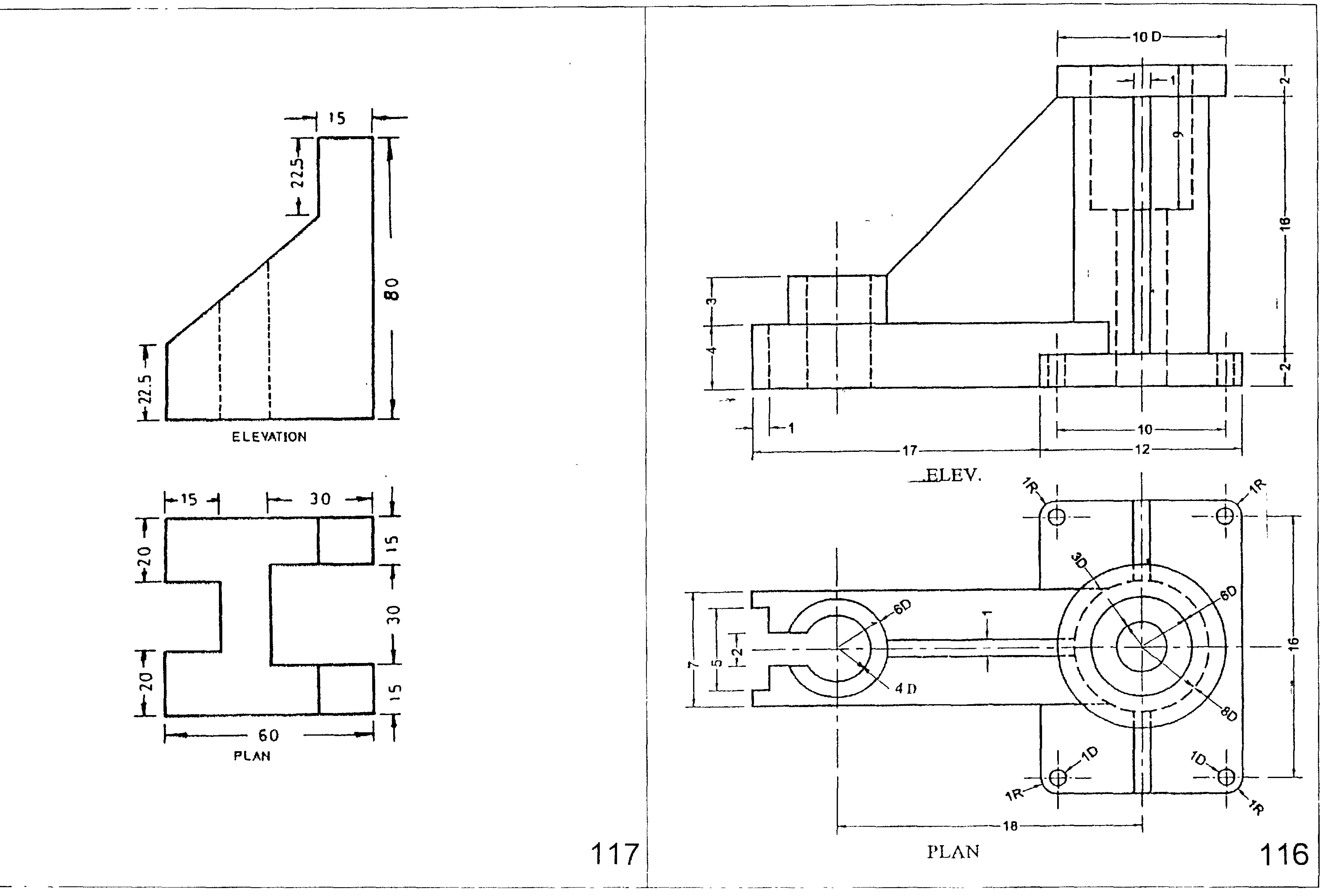
10D
4D
1.5D
6
2.5
1
4
0.5
3
2
5
ELEVATION
7R
1.5D
11
PLAN
113

18 R
18
30
74
3R
A
36 R
22 R
96
View A
4 holes 10 Dia
12R
40
28
50
14
26
44
50

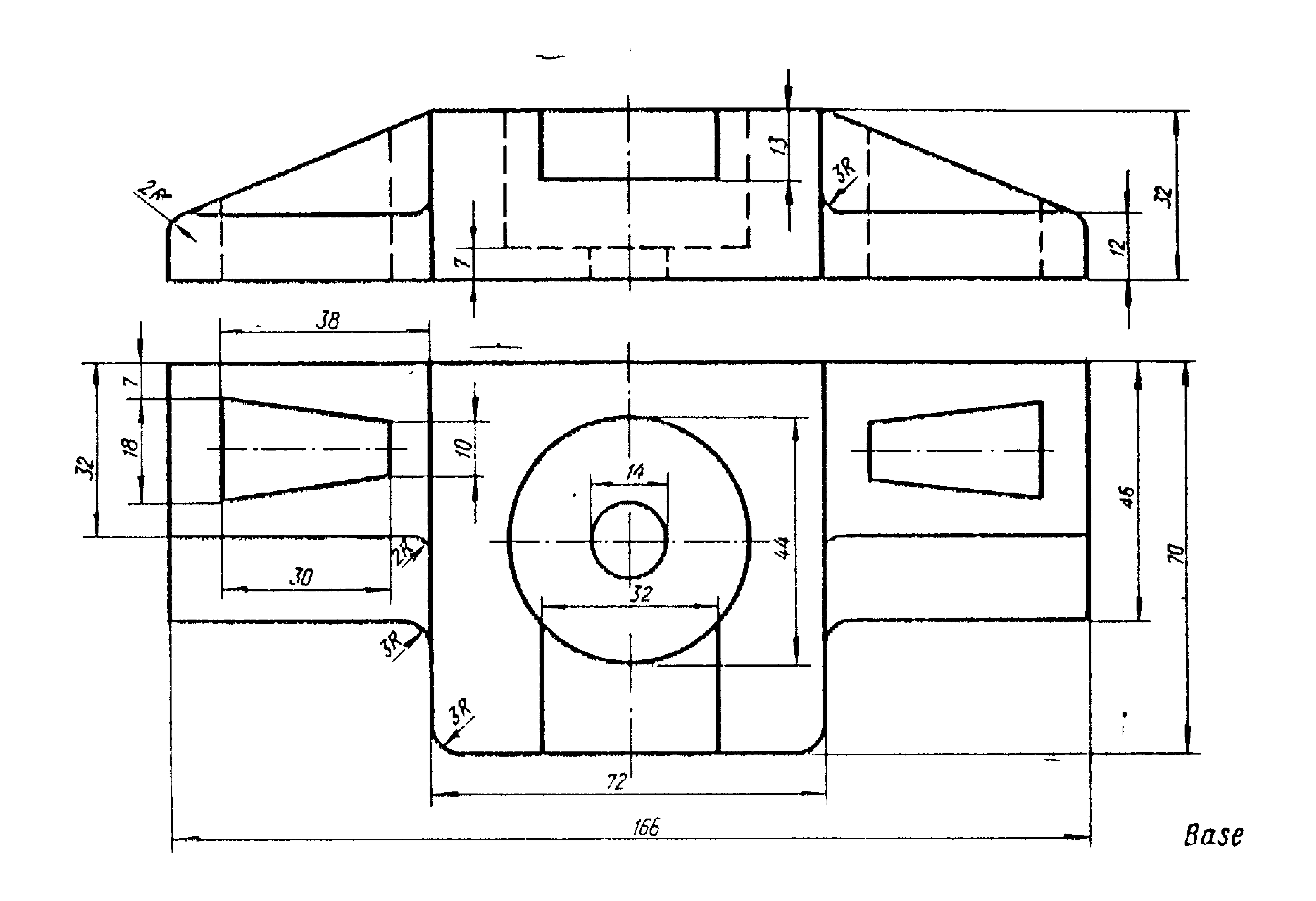
114


48
28
52
3R
60
7
100
112
54
16
26
42
13
16
28
24
17
77
60
Bearing

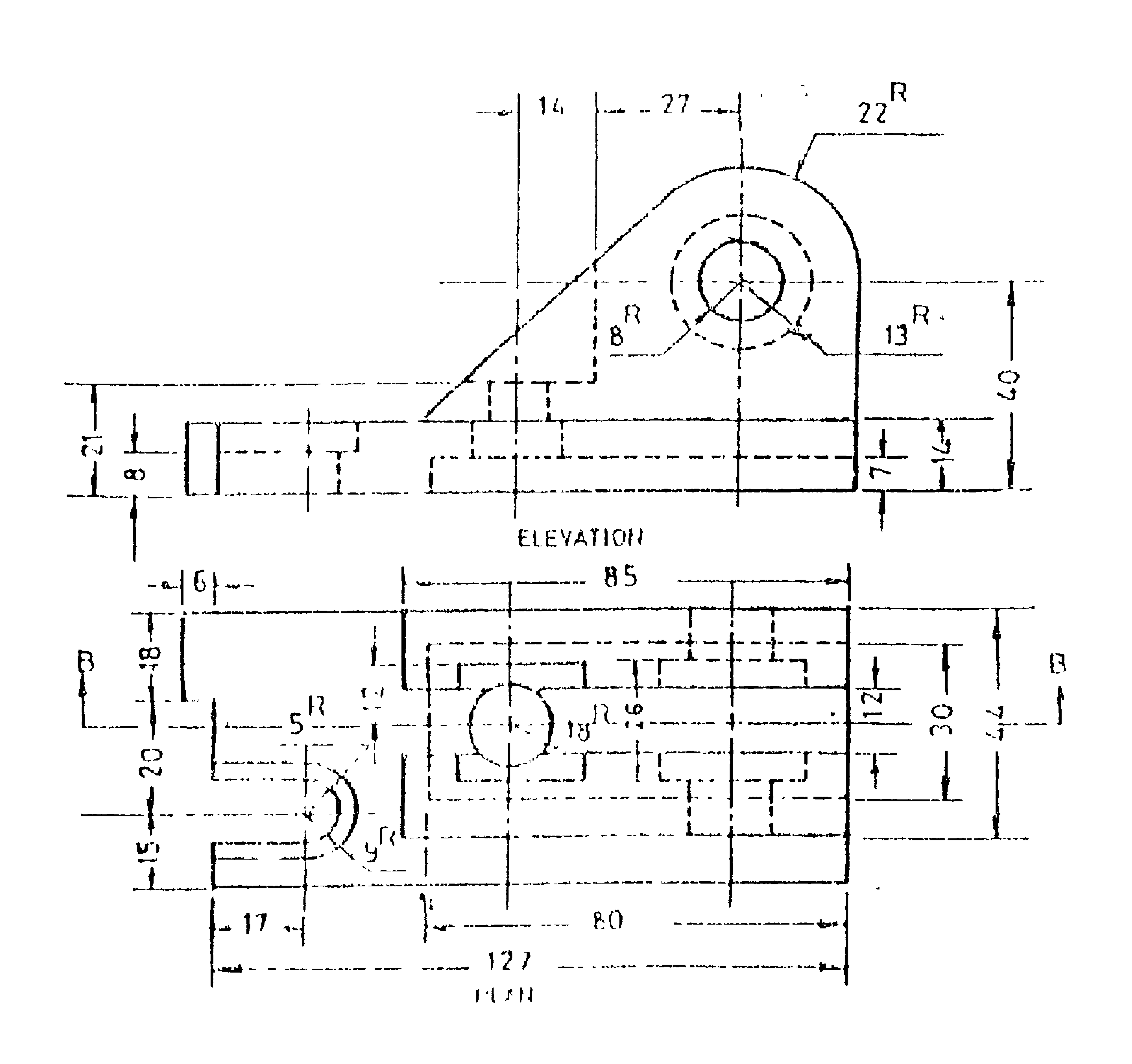
115


ELEVATION
PLAN
117
ELEV.
PLAN
116

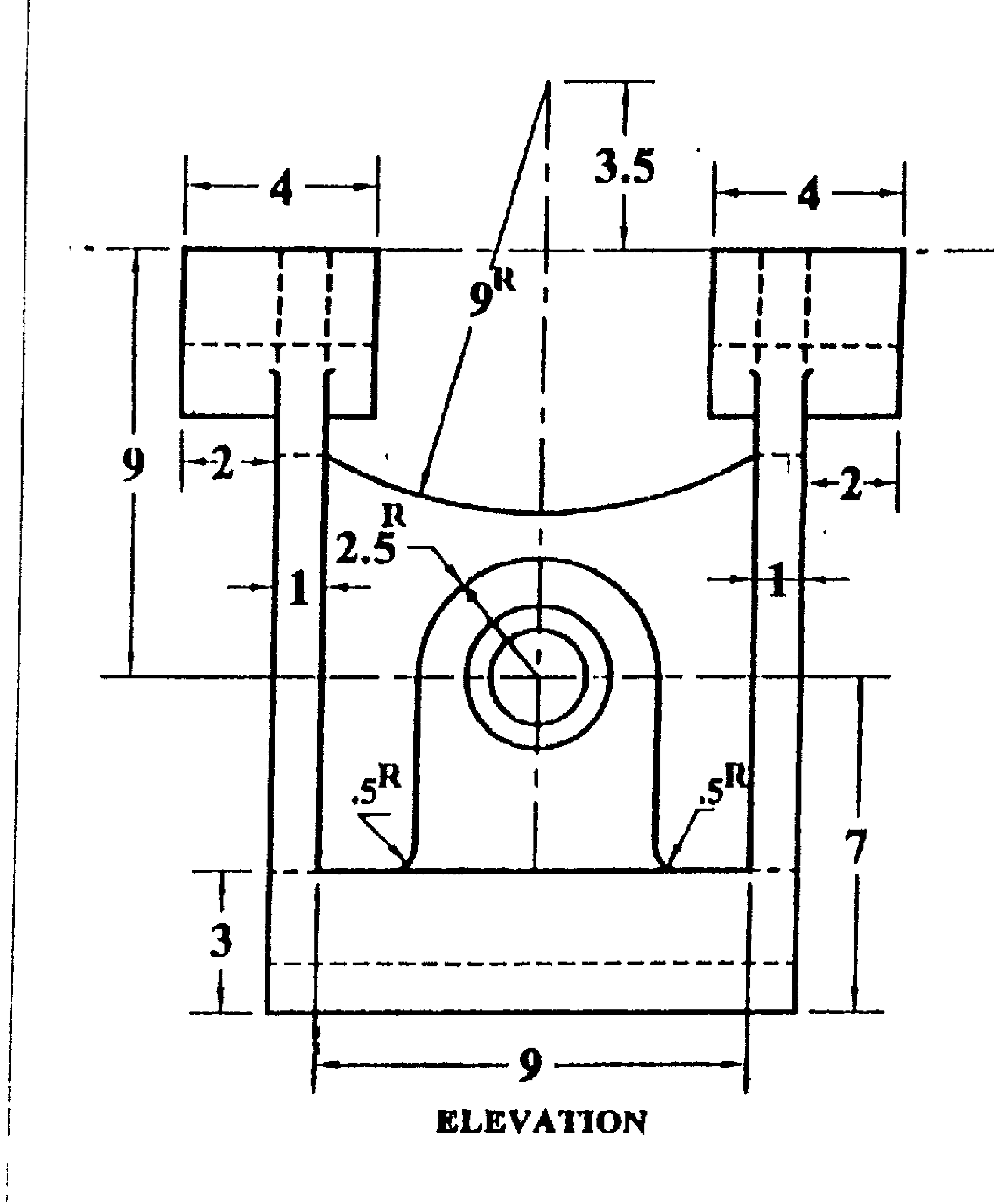

119
Fork
118
4 holes 12 Dia
Base
121
ELEVATION
SIDE VIEW
120
View A

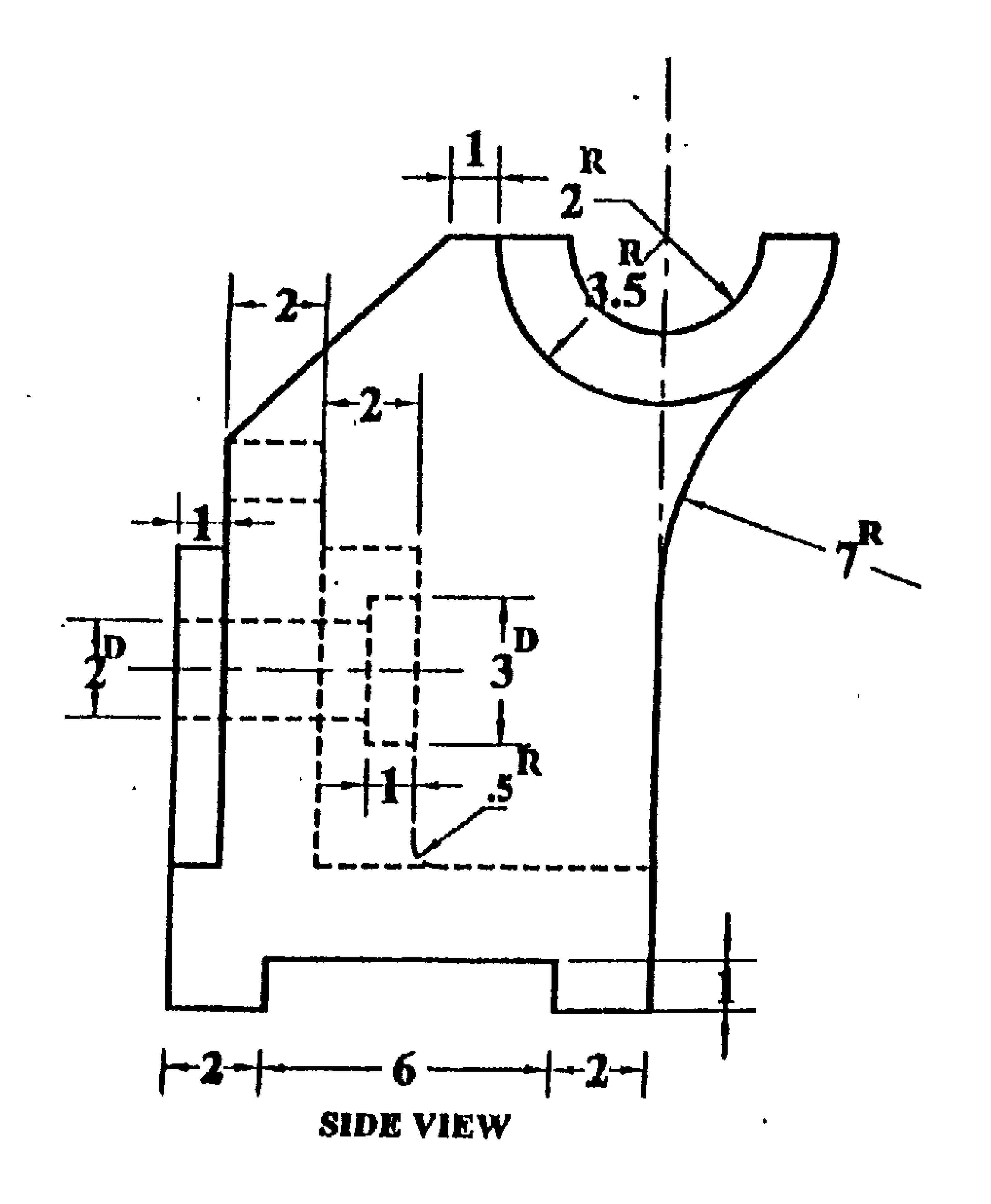

2R
13
3R
32
12
7
38
7
18
32
10
14
44
46
70
30
2R
32
3R
3R
72
166
Base

122

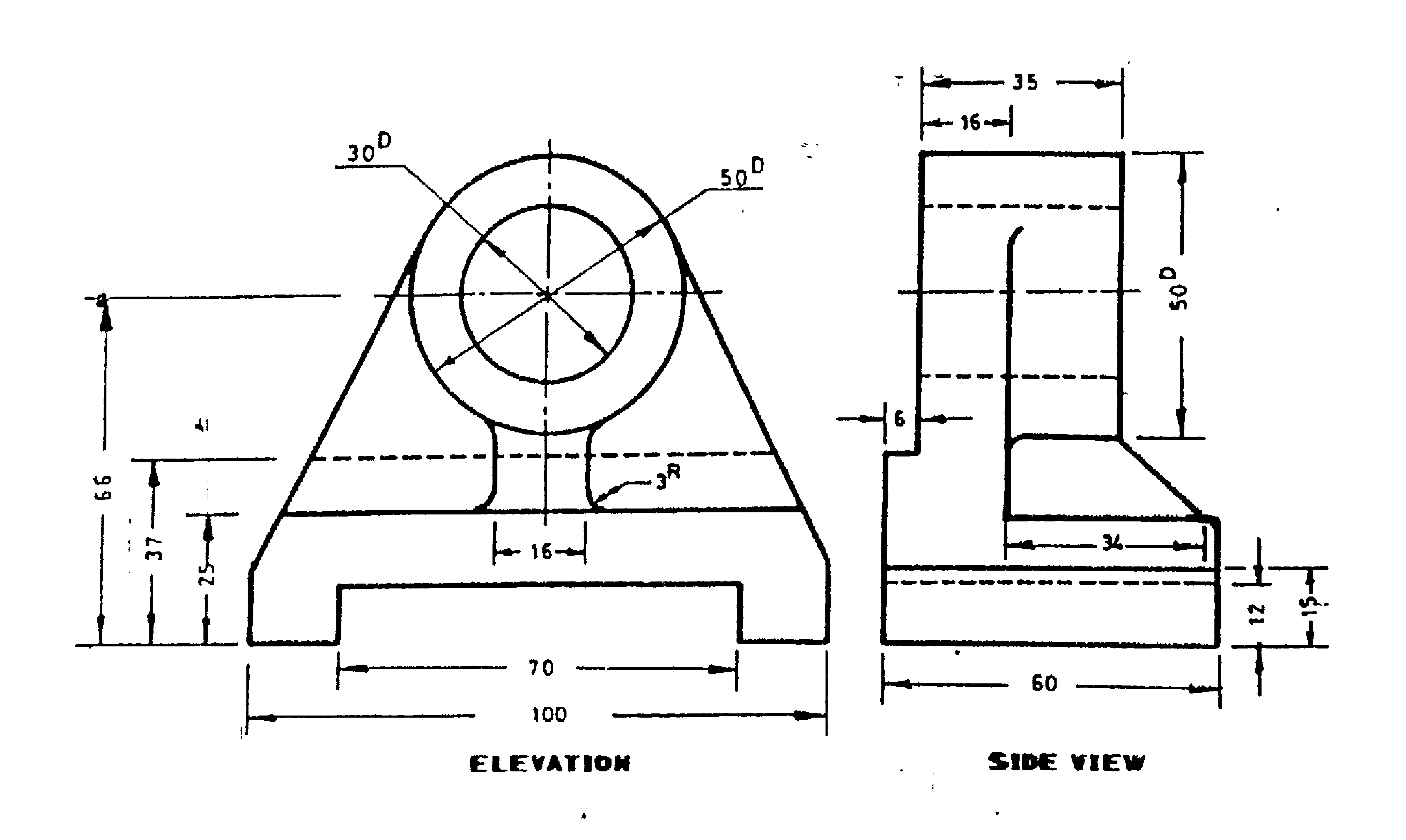

14
27
22R
8R
13R
40
21
8
7
14
ELEVATION
6
85
18
5R
12
18R
26
12
30
44
20
15
9R
17
80
127

123

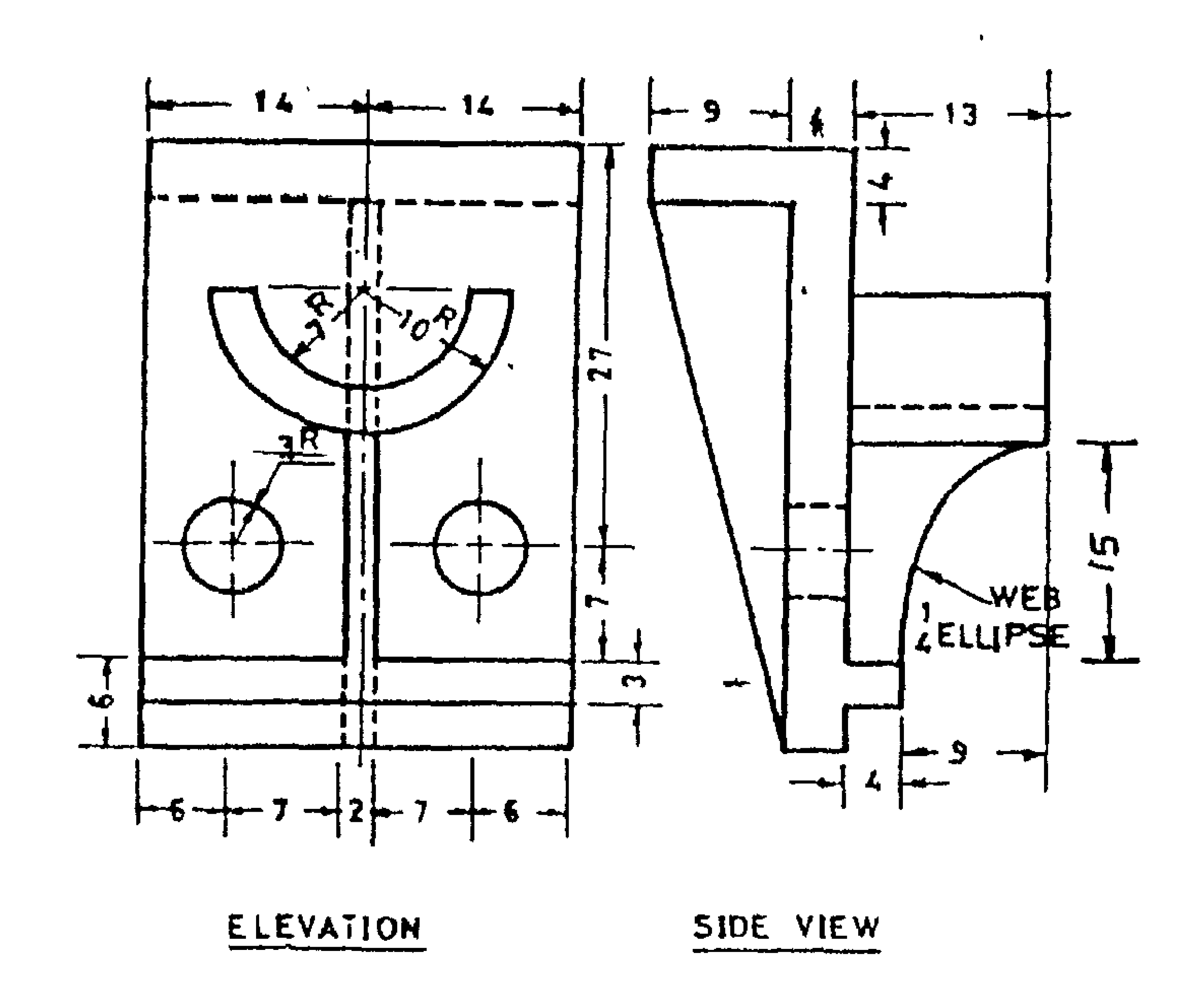

4
3.5
4
9R
9
2
2
2.5R
1
1
.5R
.5R
7
3
9
ELEVATION


1
2R
2
3.5R
2
2
1
7R
2D
3D
1
.5R
1
2
6
2
SIDE VIEW

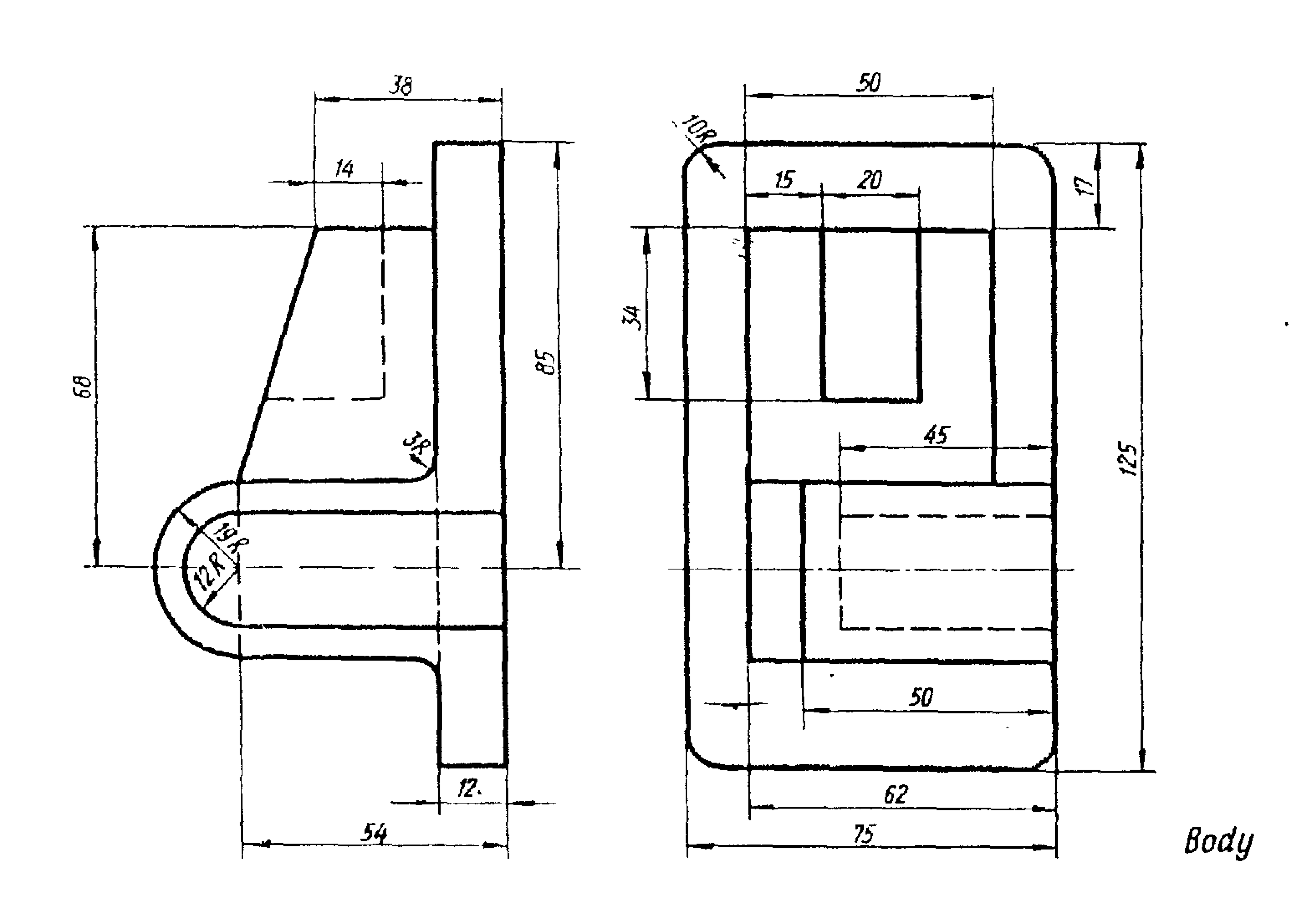
124


30D
50D
35
16
50D
6
3R
16
66
37
25
34
12
15
70
100
60
ELEVATION
SIDE VIEW

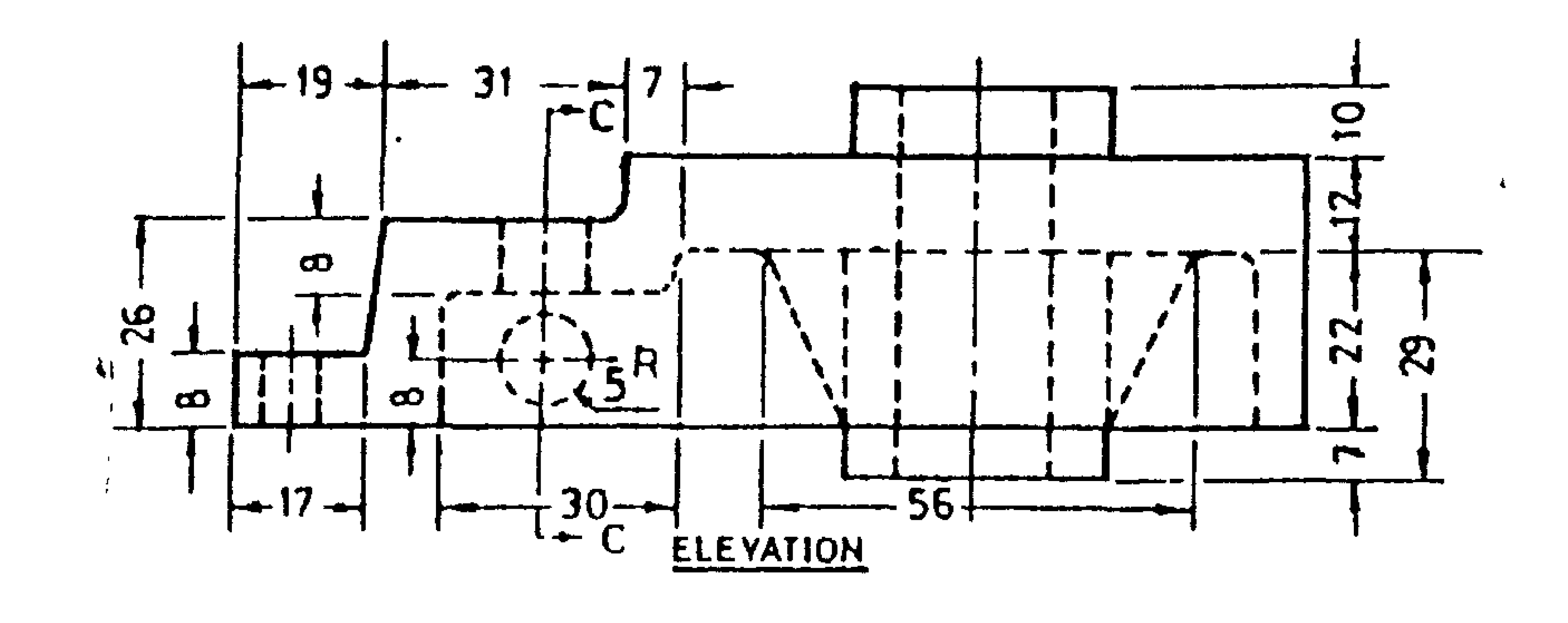
125

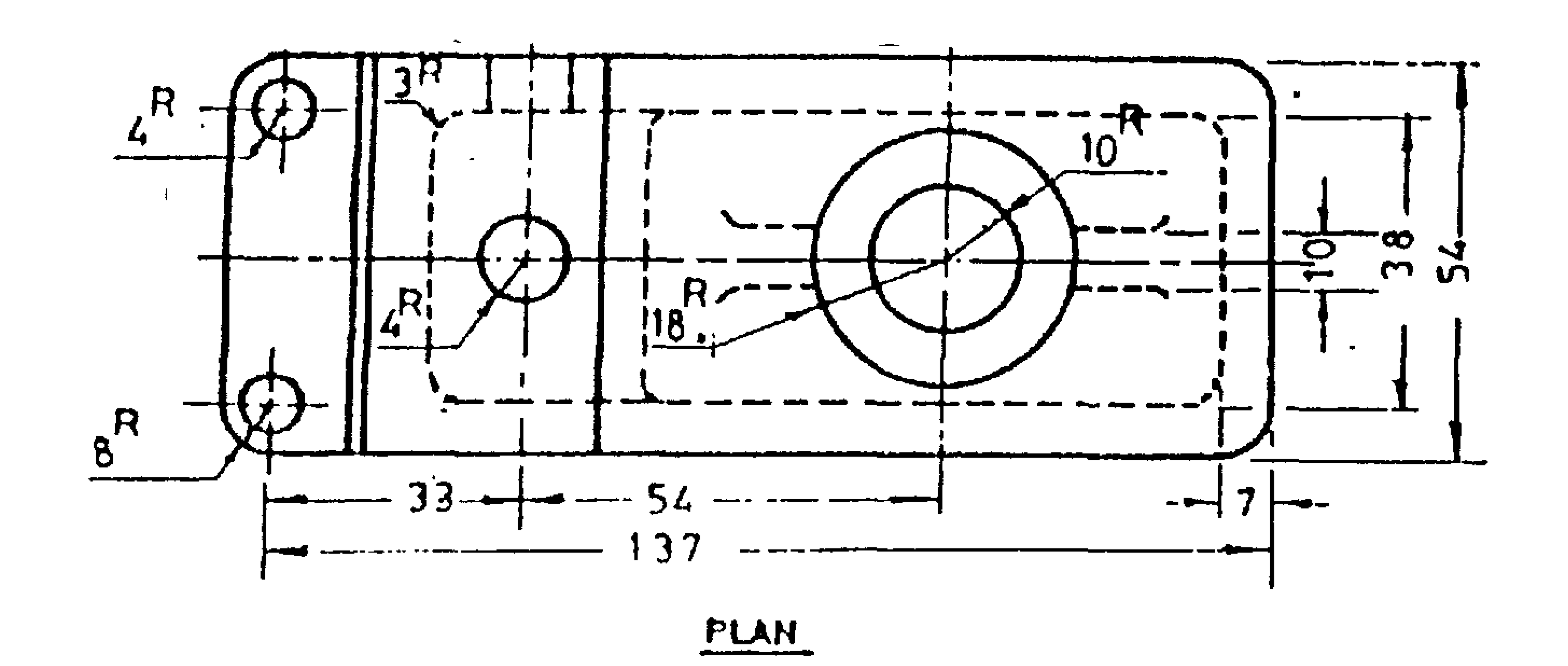

14
14
9
4
13
4
3R
10R
3R
27
7
3
6
15
WEB
1/4 ELLIPSE
6
7
2
7
6
4
9
ELEVATION
SIDE VIEW

126

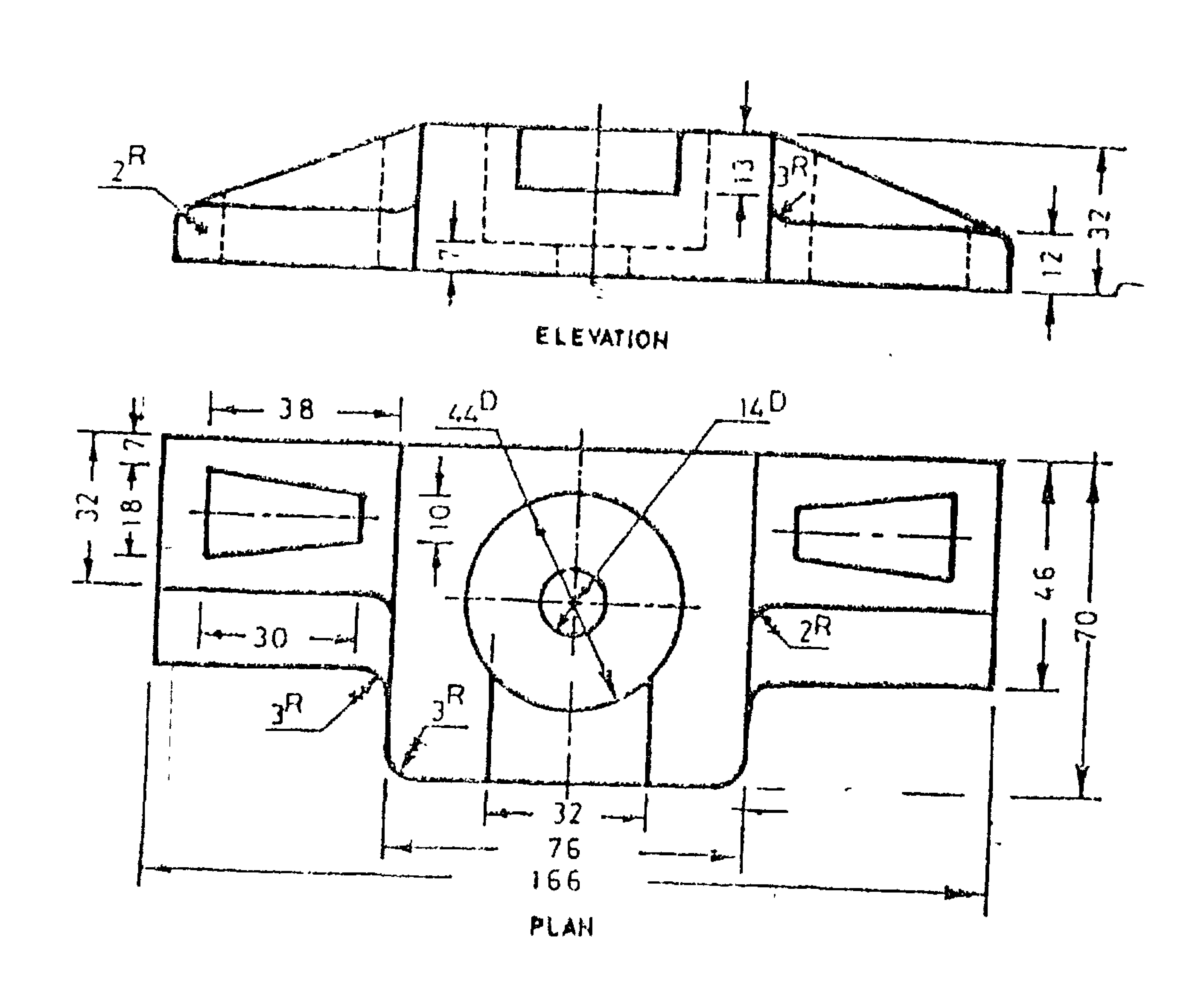

38
14
68
85
3R
19R
12R
12
54
50
10R
15
20
17
34
45
125
50
62
75
Body

127

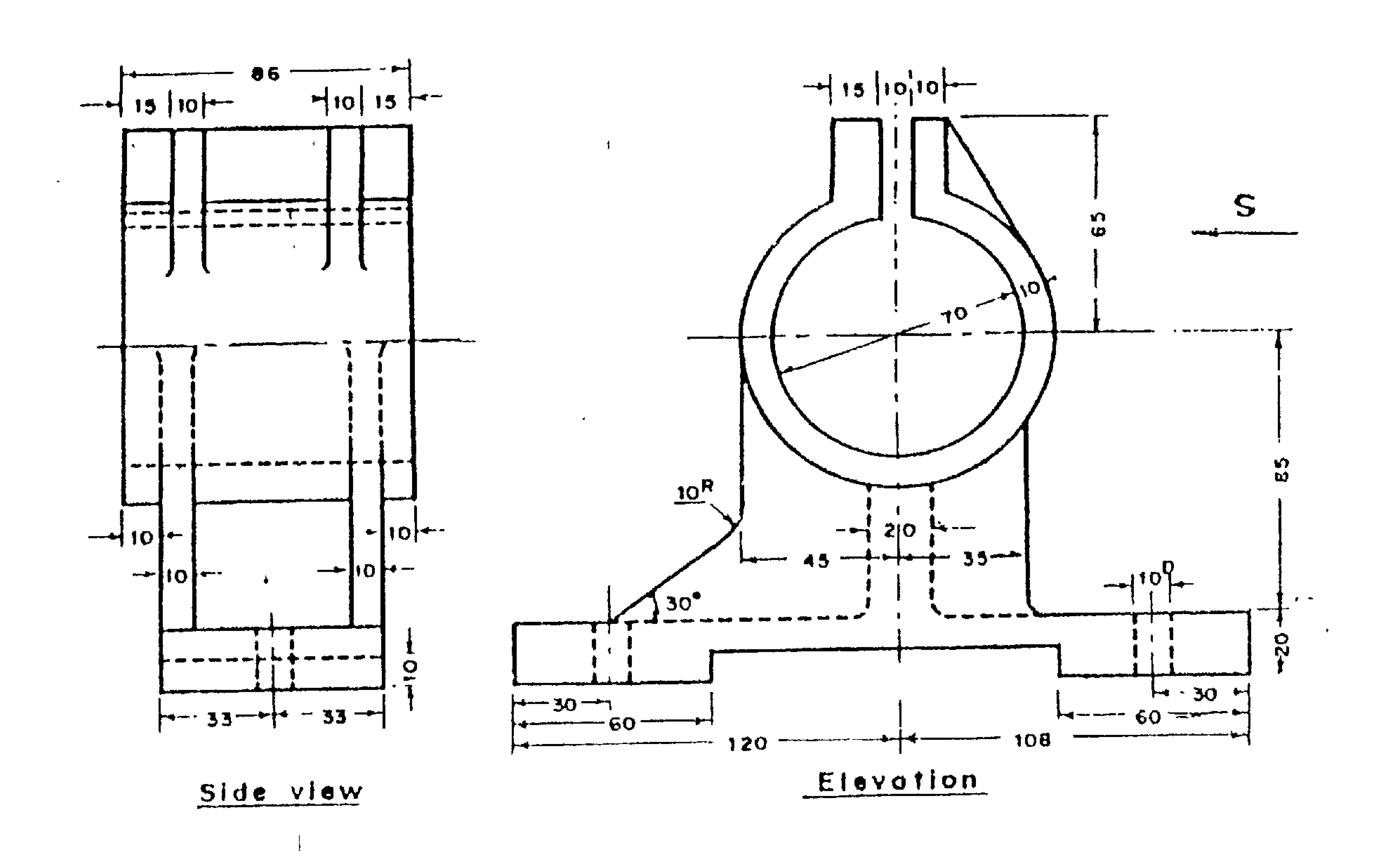

19
31
7
C
10
12
8
26
22
29
8
8
5R
7
17
30
C
56
ELEVATION


3R
4R
10R
4R
18R
8R
10
38
54
33
54
7
137
PLAN

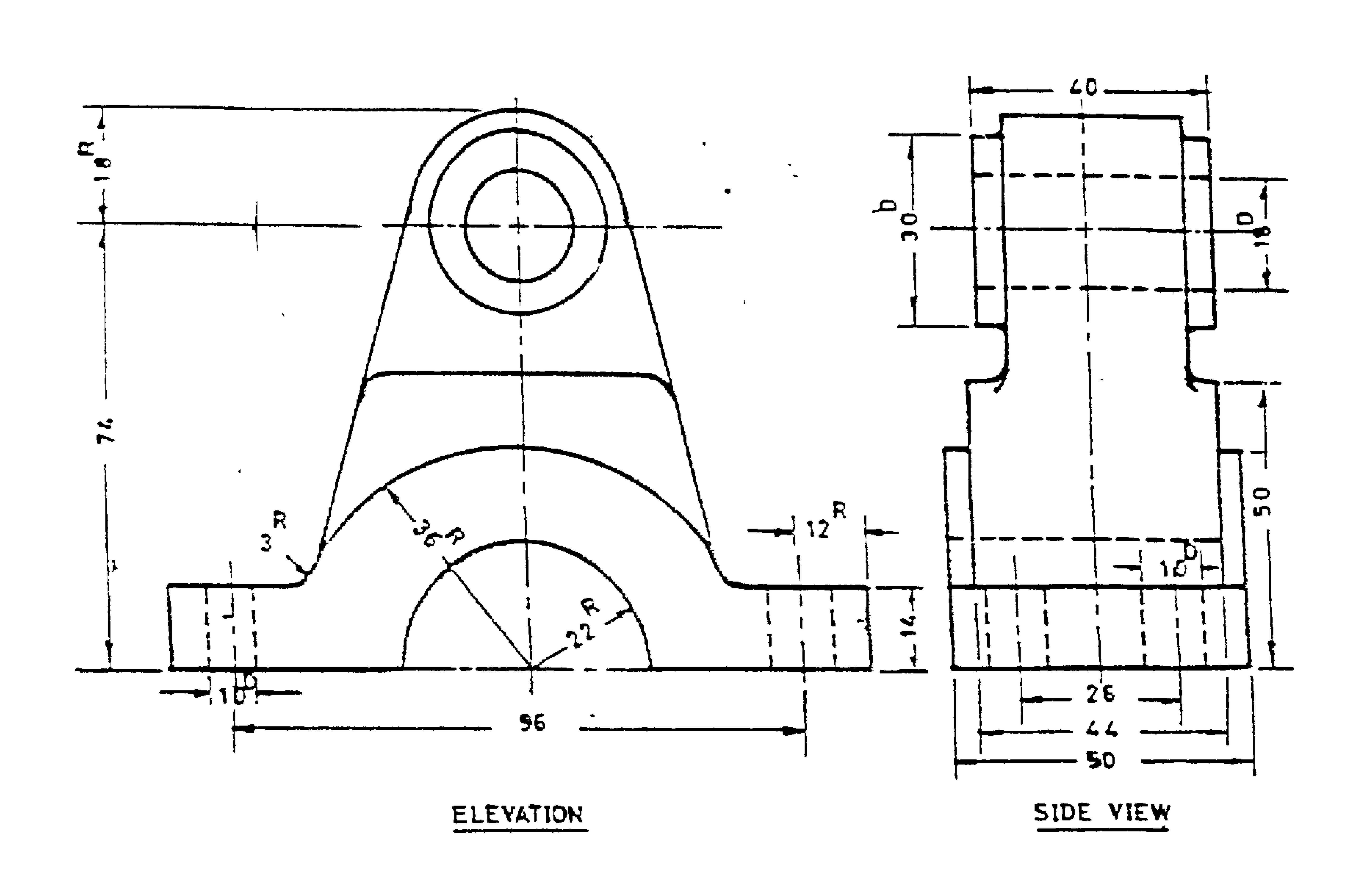
128


2R
13
3R
32
7
12
ELEVATION
38
44D
14D
7
32
18
10
46
70
30
2R
3R
3R
32
76
166
PLAN

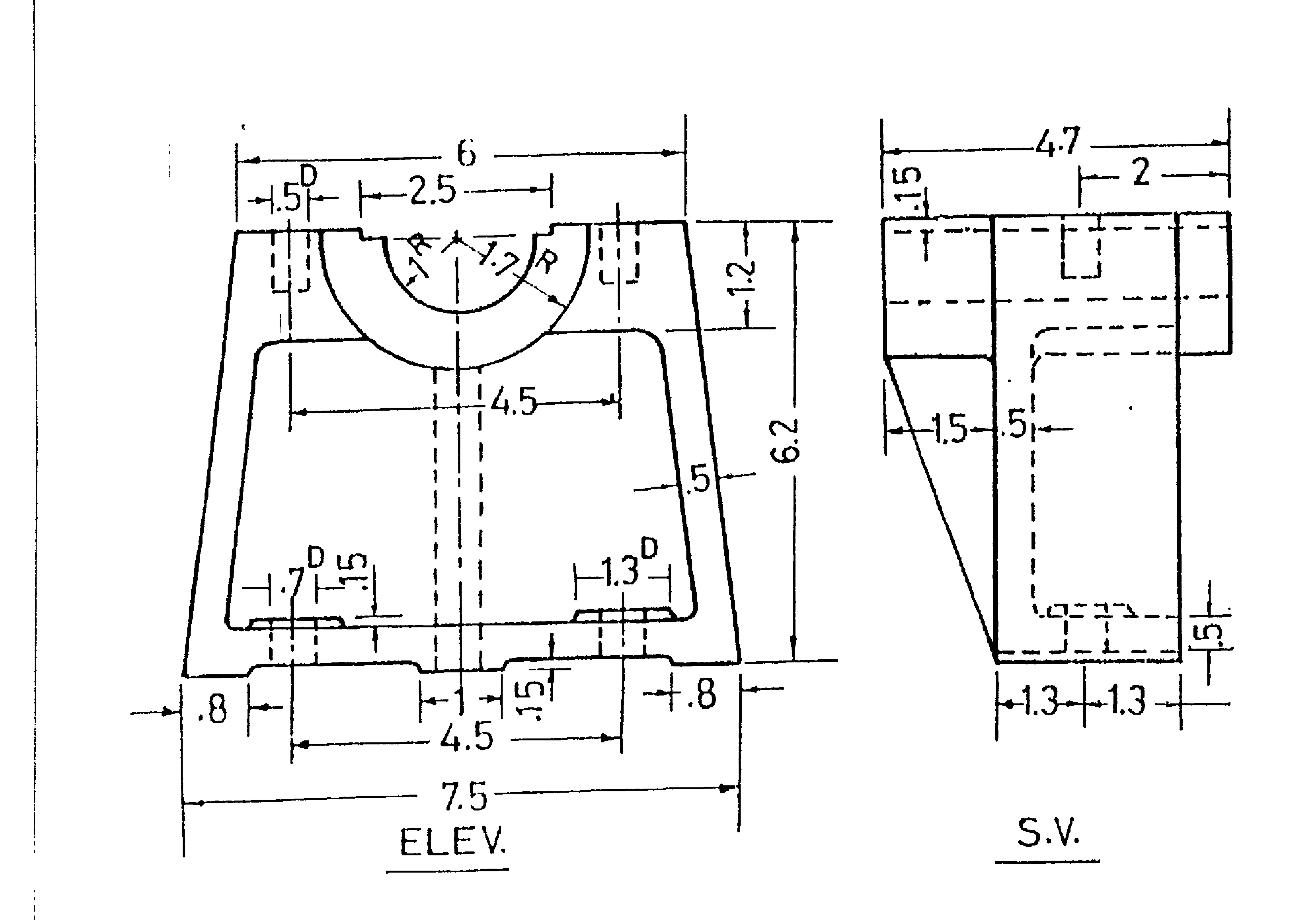
129


86
15
10
10
15
65
70
10
S
85
10R
20
45
35
10D
30°
20
30
60
120
108
30
60
33
33
Side view
Elevation

130


18R
74
3R
36R
22R
12R
14
10D
96
40
30
18D
50
10D
26
44
50
ELEVATION
SIDE VIEW

131



132

ELEVATION

S.VIEW

133

ELEVATION

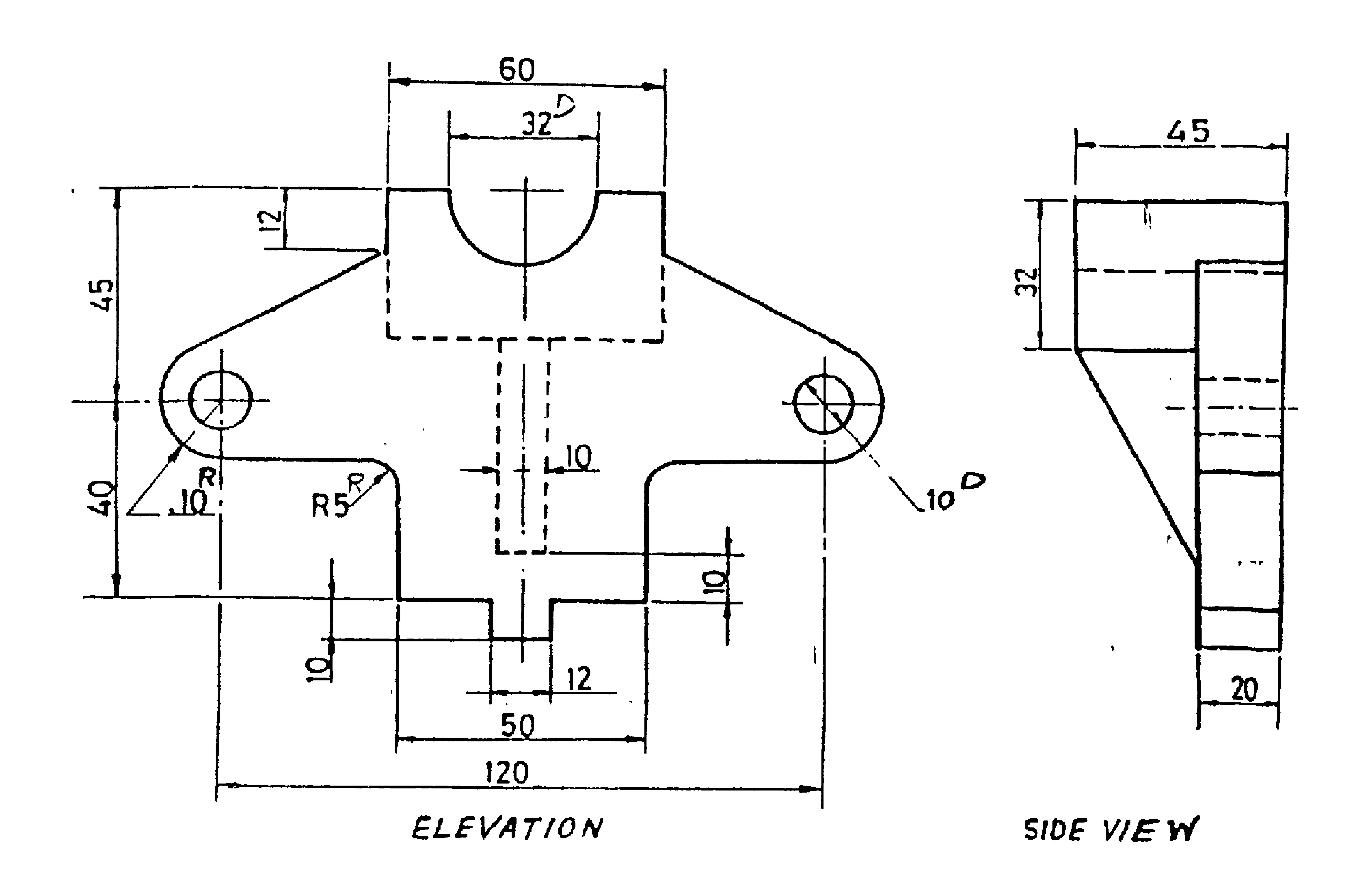
PLAN

135

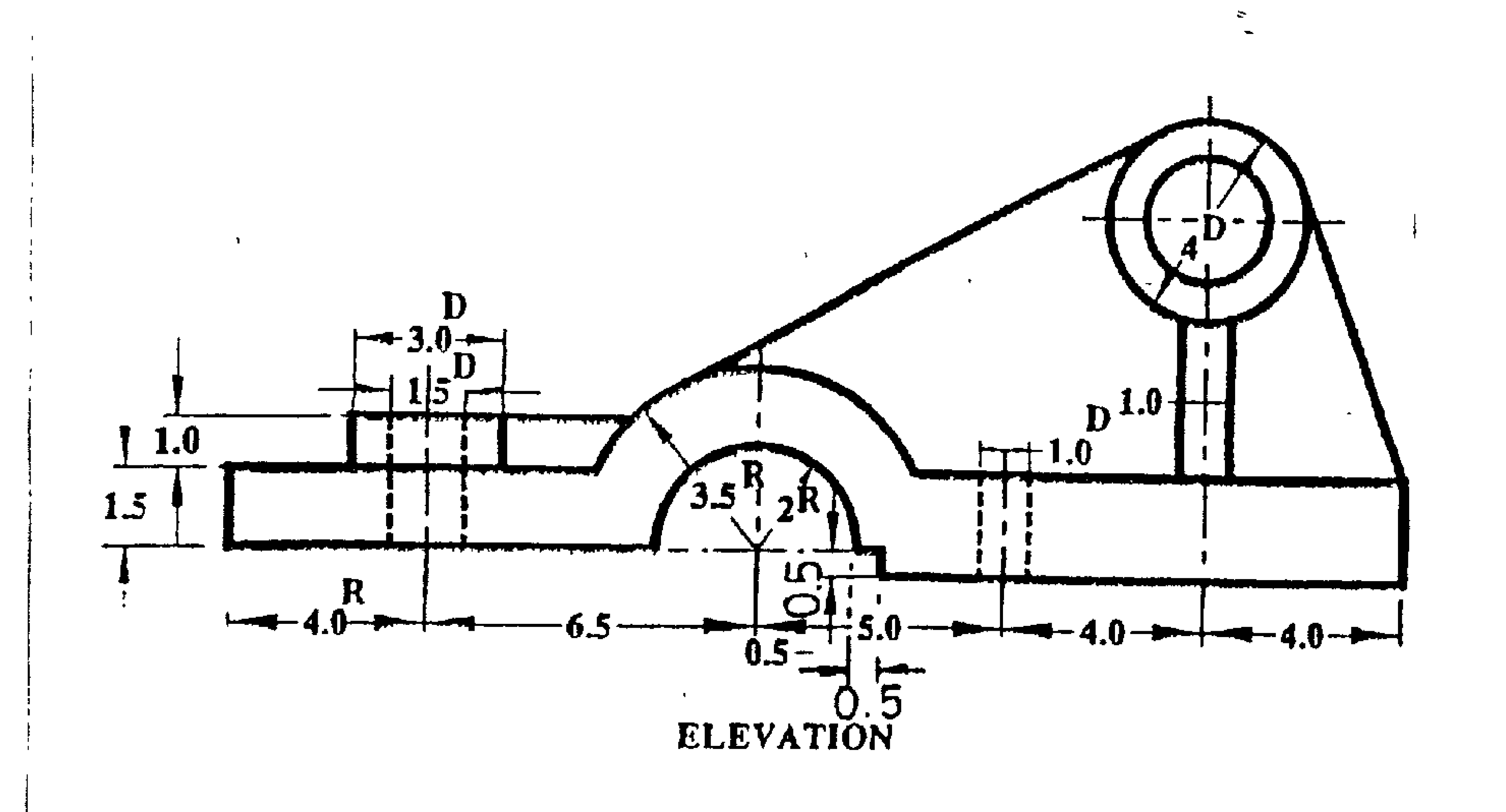
ELEVATION

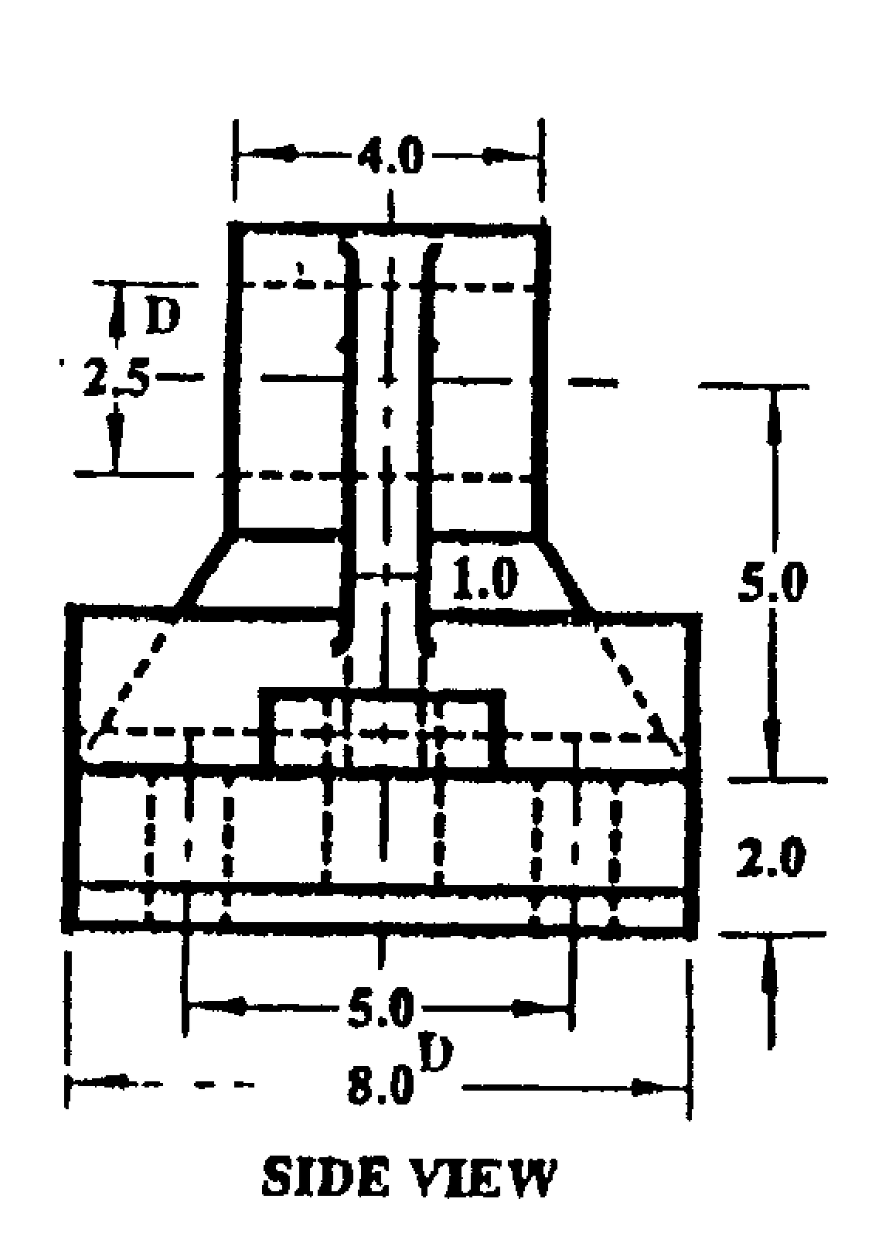
PLAN

134

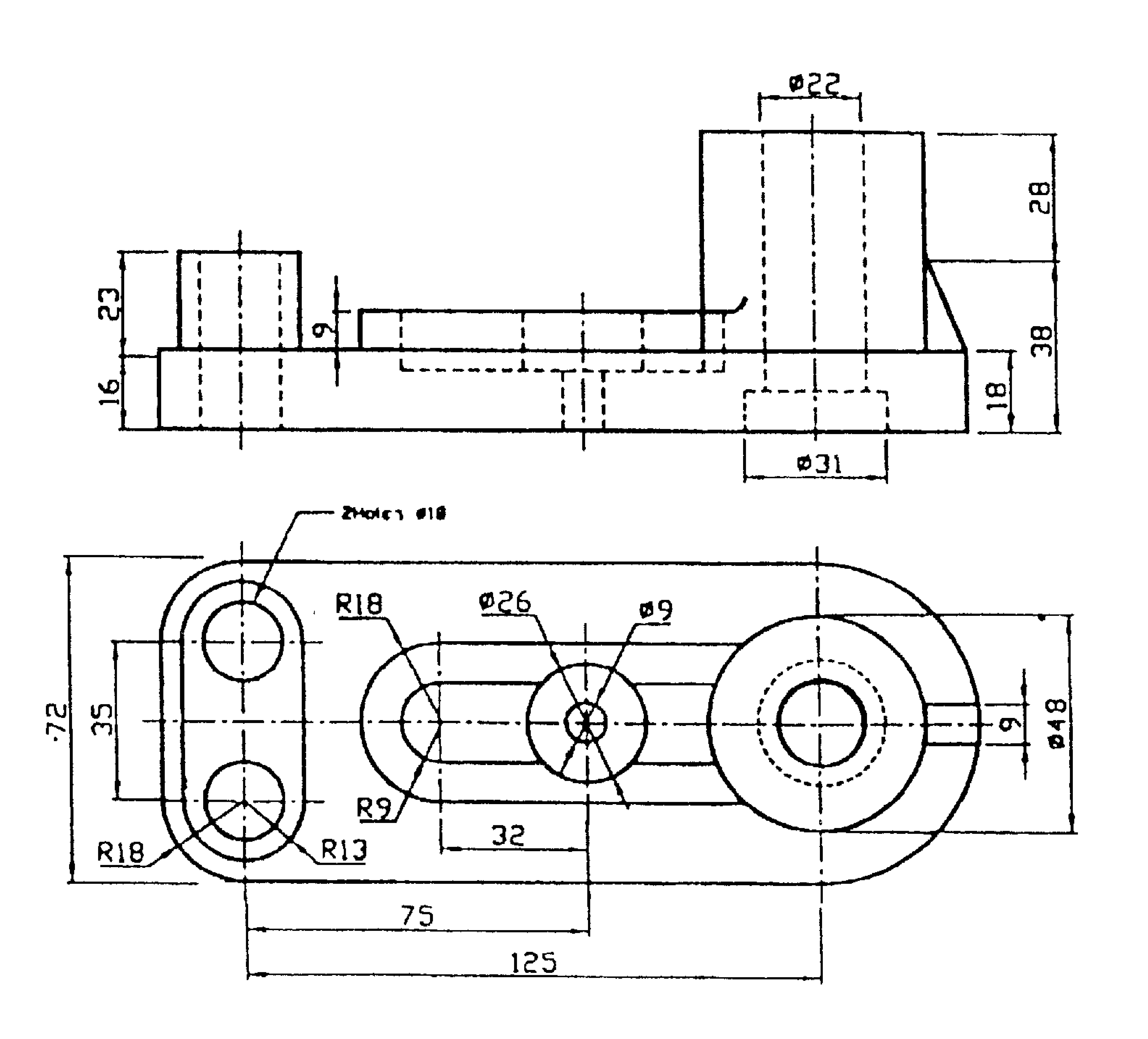

60
32D
45
12
45
40
10R
R5R
10
10D
10
10
12
50
120
ELEVATION
32
20
SIDE VIEW

136

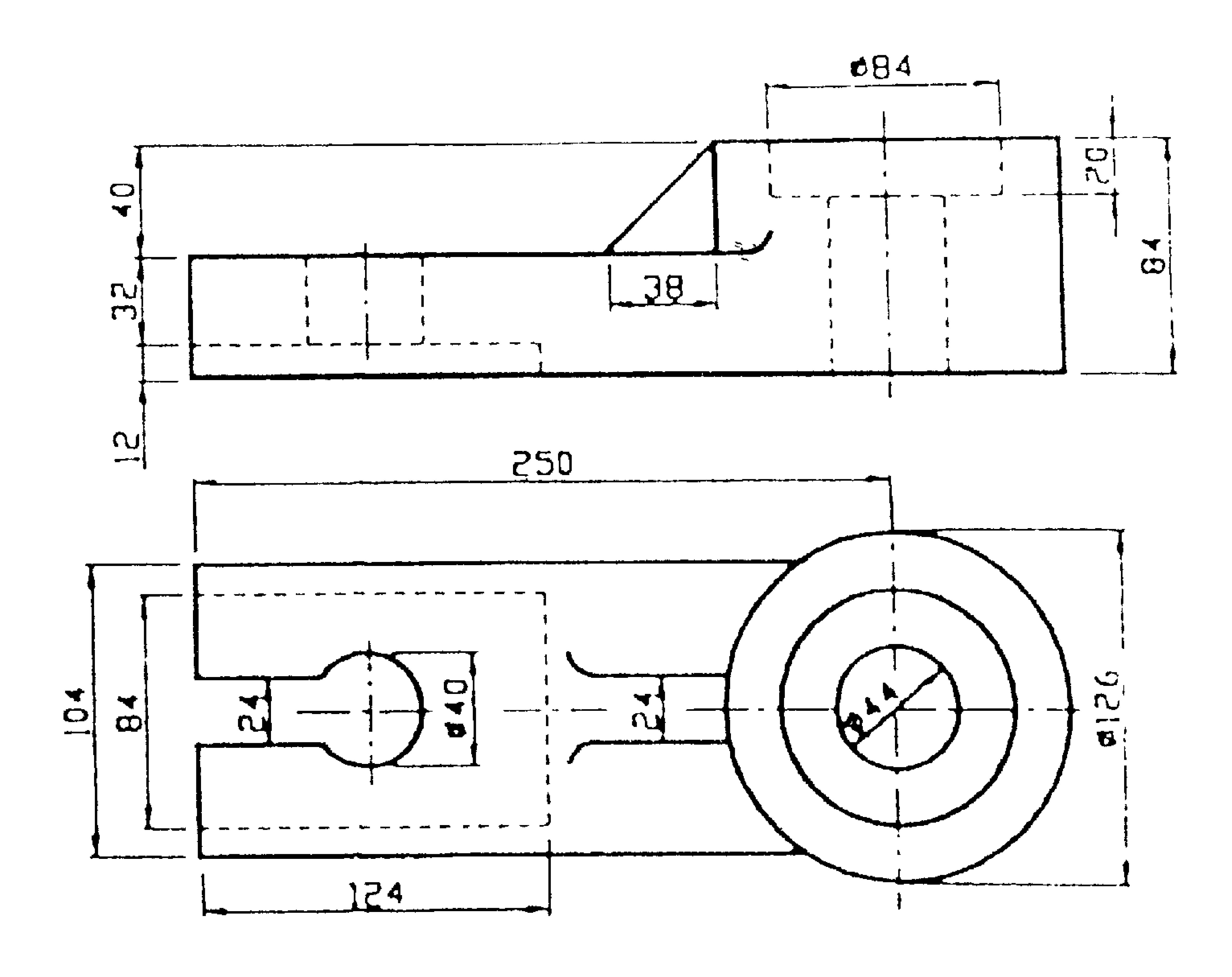

D
3.0
1.5D
1.0
1.5
4D
1.0D
1.0
3.5R
2R
0.5
R
4.0
6.5
0.5
5.0
4.0
4.0
0.5
ELEVATION


4.0
D
2.5
1.0
5.0
2.0
5.0
8.0D
SIDE VIEW

137


ø22
28
23
9
38
16
18
ø31
R18
ø26
ø9
72
35
9
ø48
R9
32
R18
R13
75
125

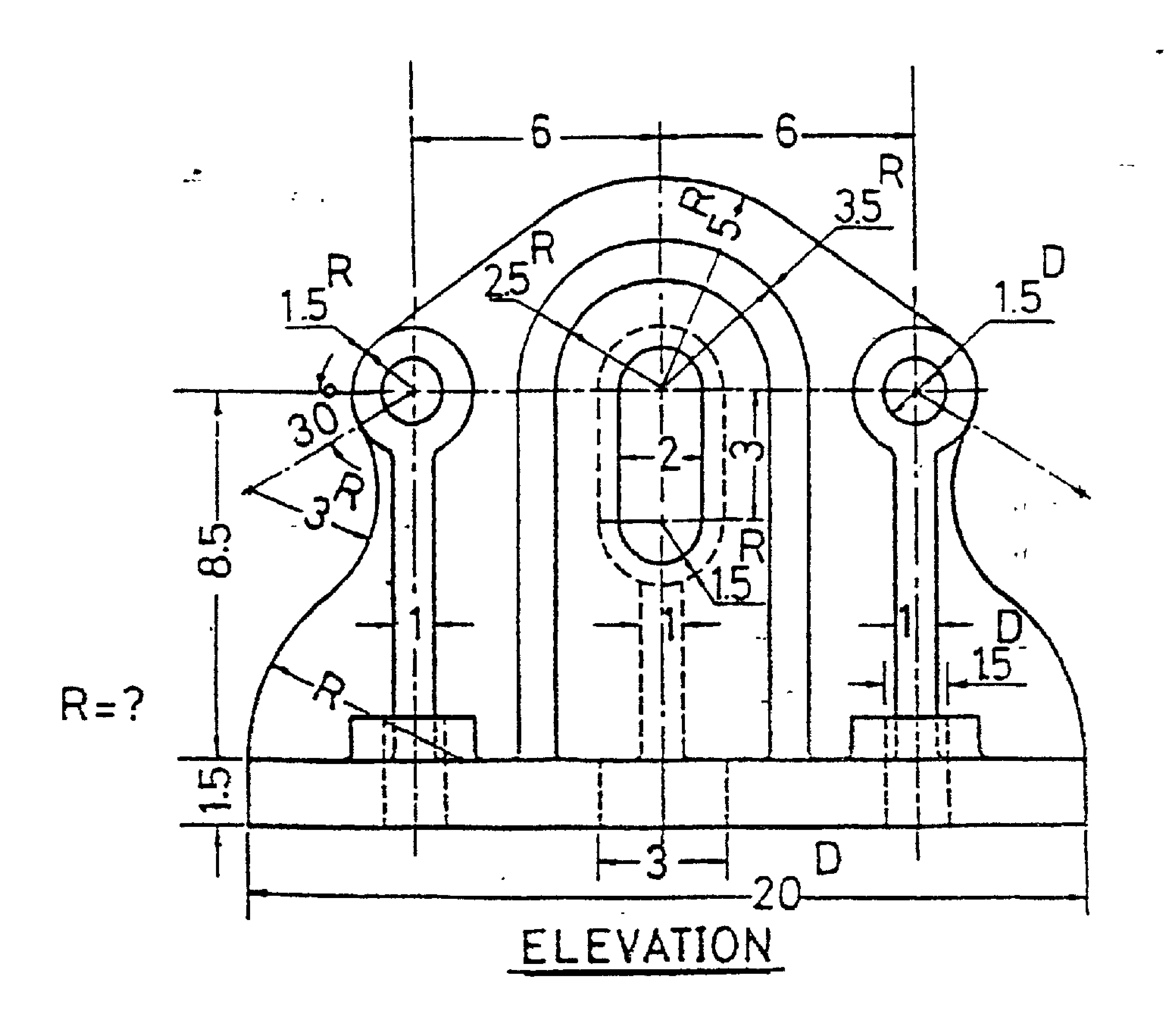

138

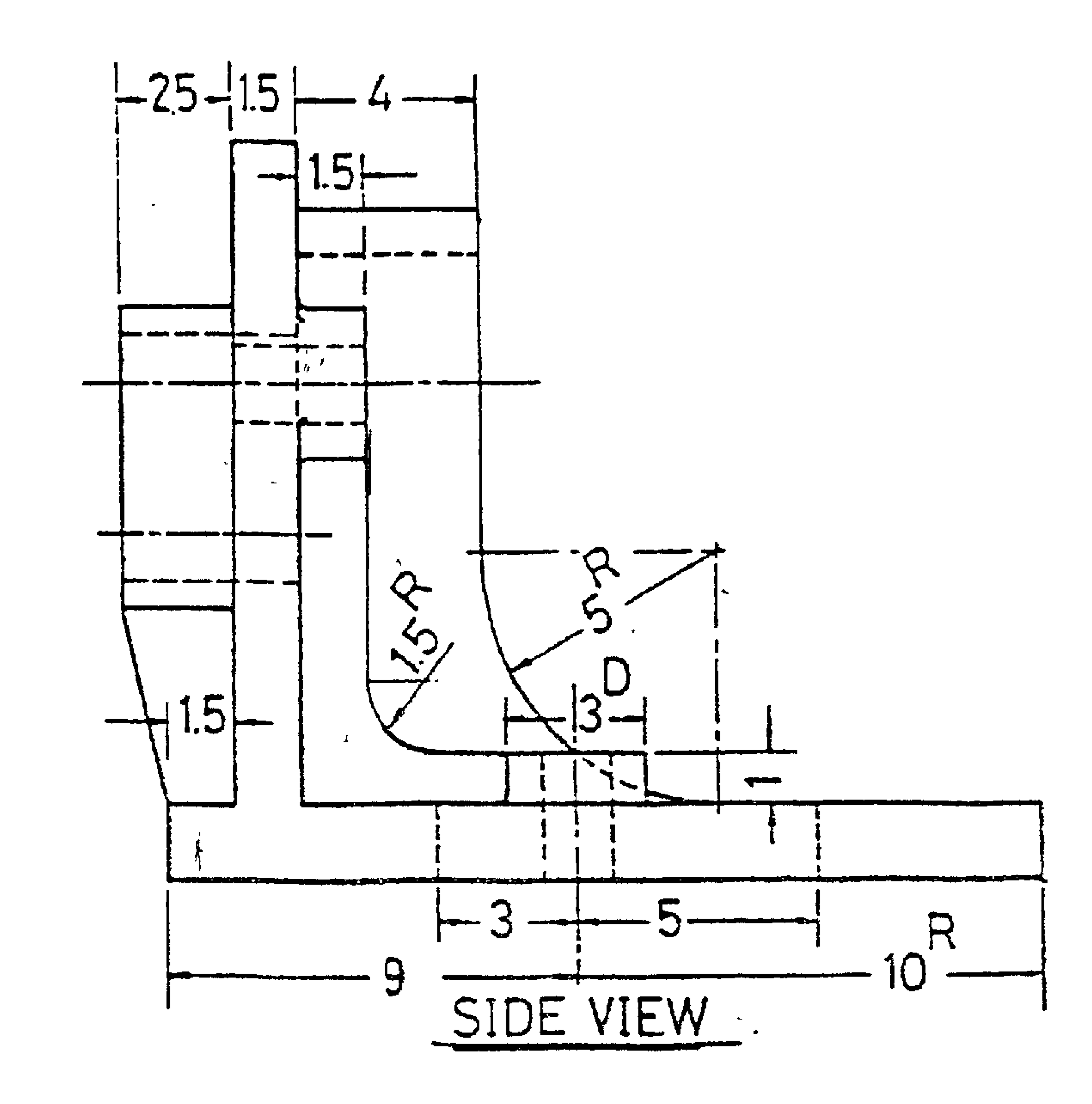

ø84
40
20
84
32
38
12
250
104
84
24
ø40
24
ø44
ø126
124

139

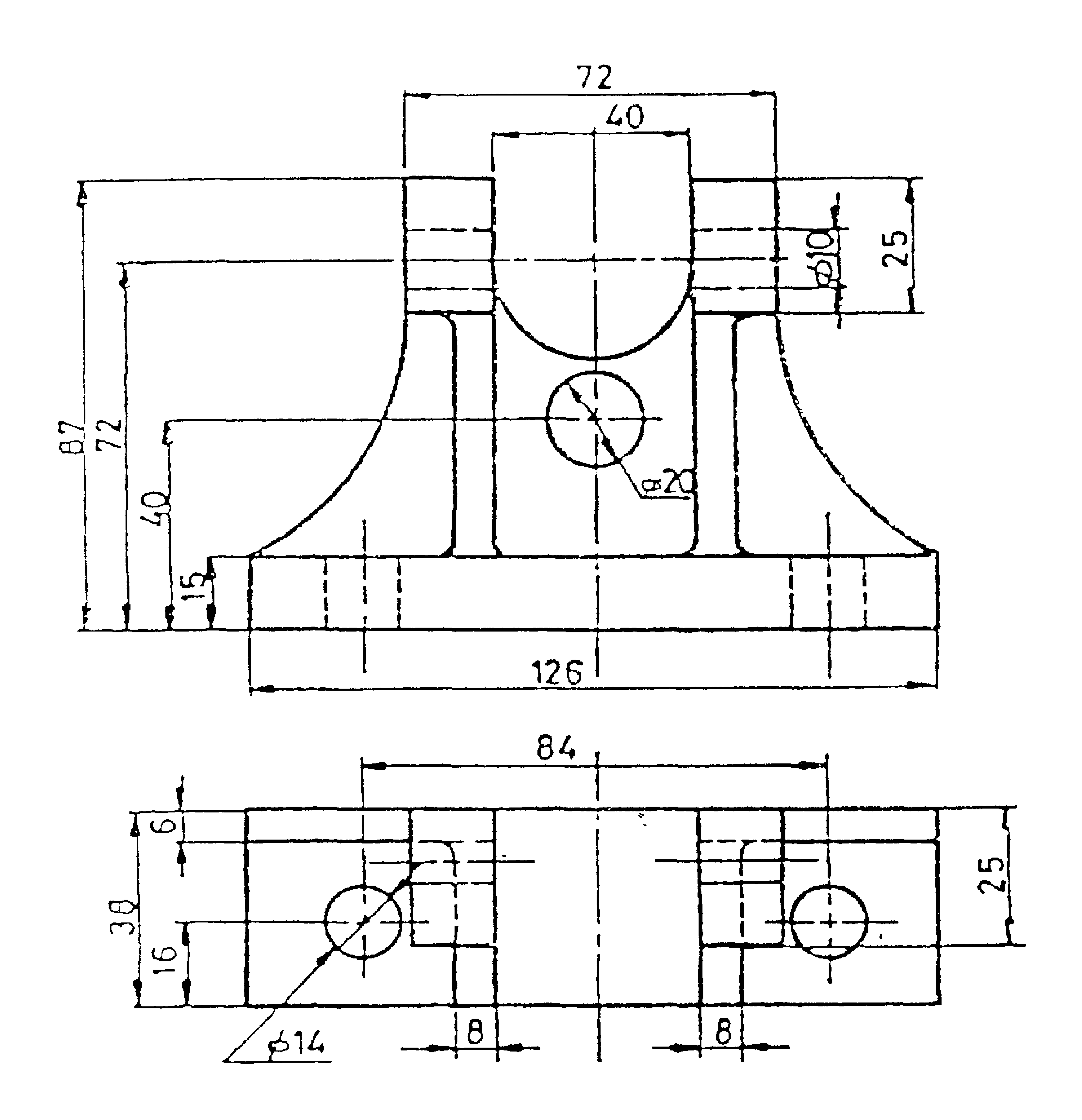
32
76
60
44
30
14
135
60
34
92
Ø20
20
16
180
140

12
40
Ø 46
54
20
10
12
28
16
10
52
24
150
50
32
10
5
Ø 70
80
90
10
12
198
141

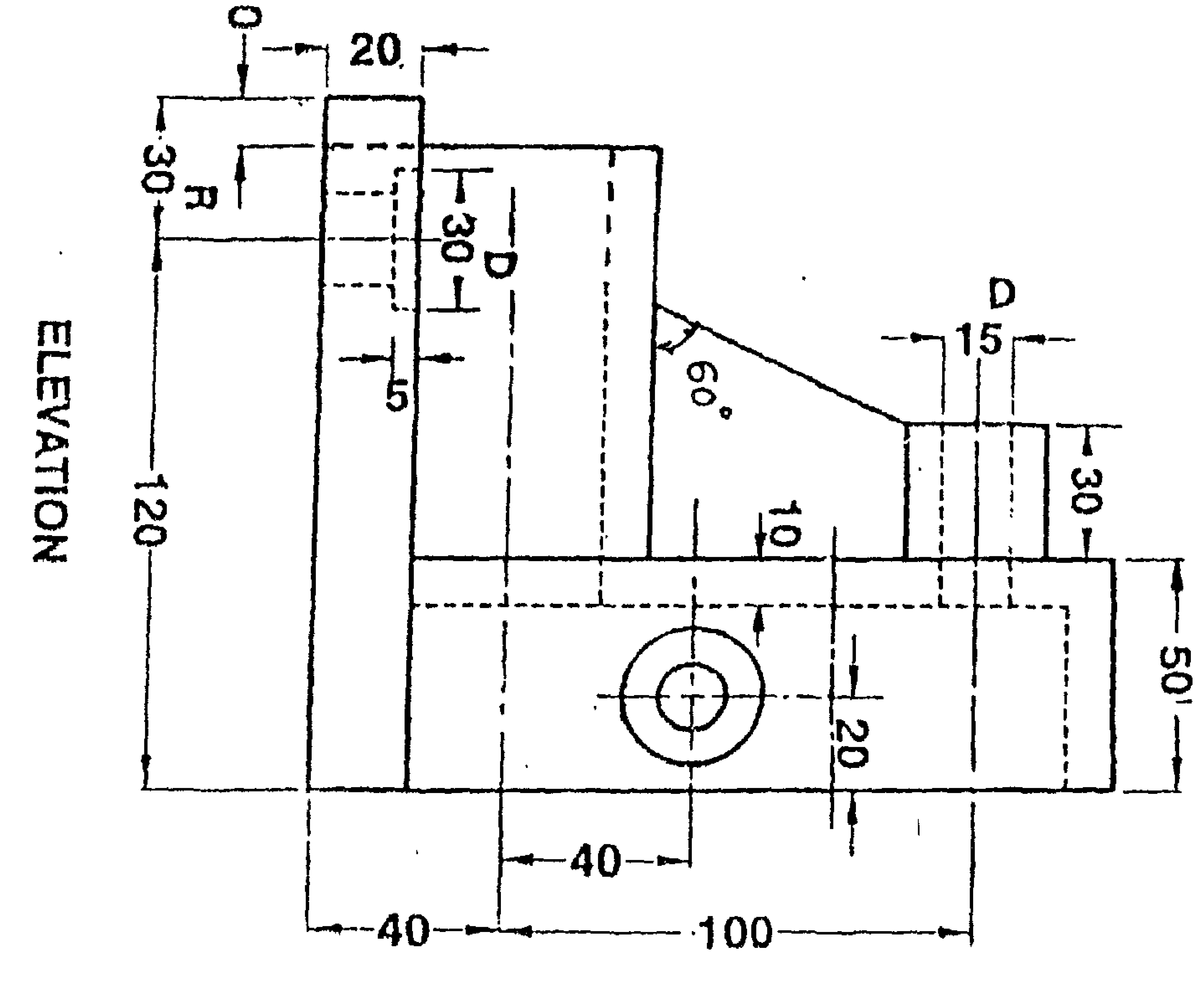

R=?
6
6
35 R
R 5
25 R
1.5 R
1.5 D
30°
3 R
2
3
1.5 R
8.5
1
1
1
D 15
R
1.5
3
20 D
ELEVATION


25
1.5
4
1.5
1.5 R
5 R
3 D
1.5
1
3
5
9
10 R
SIDE VIEW

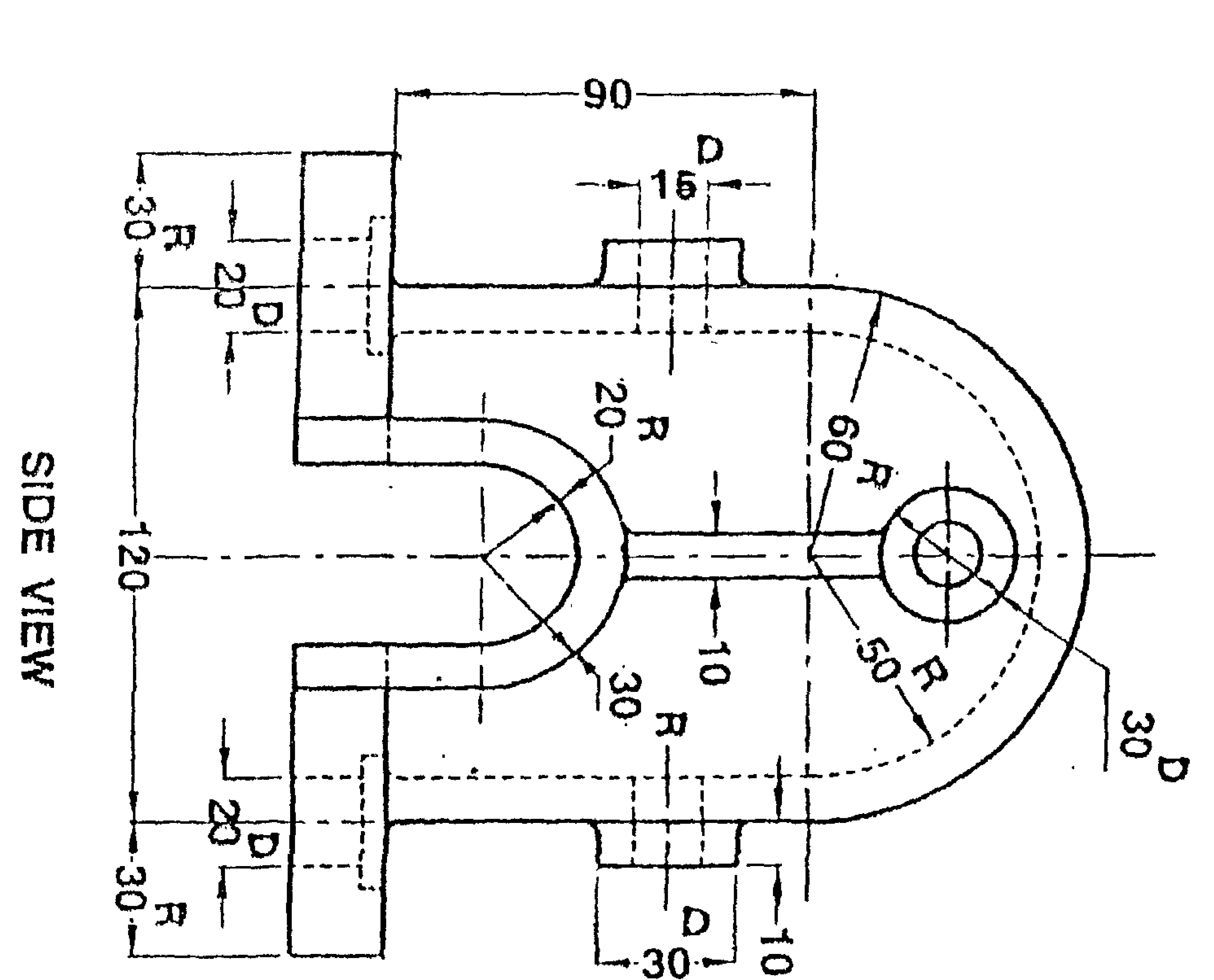
142

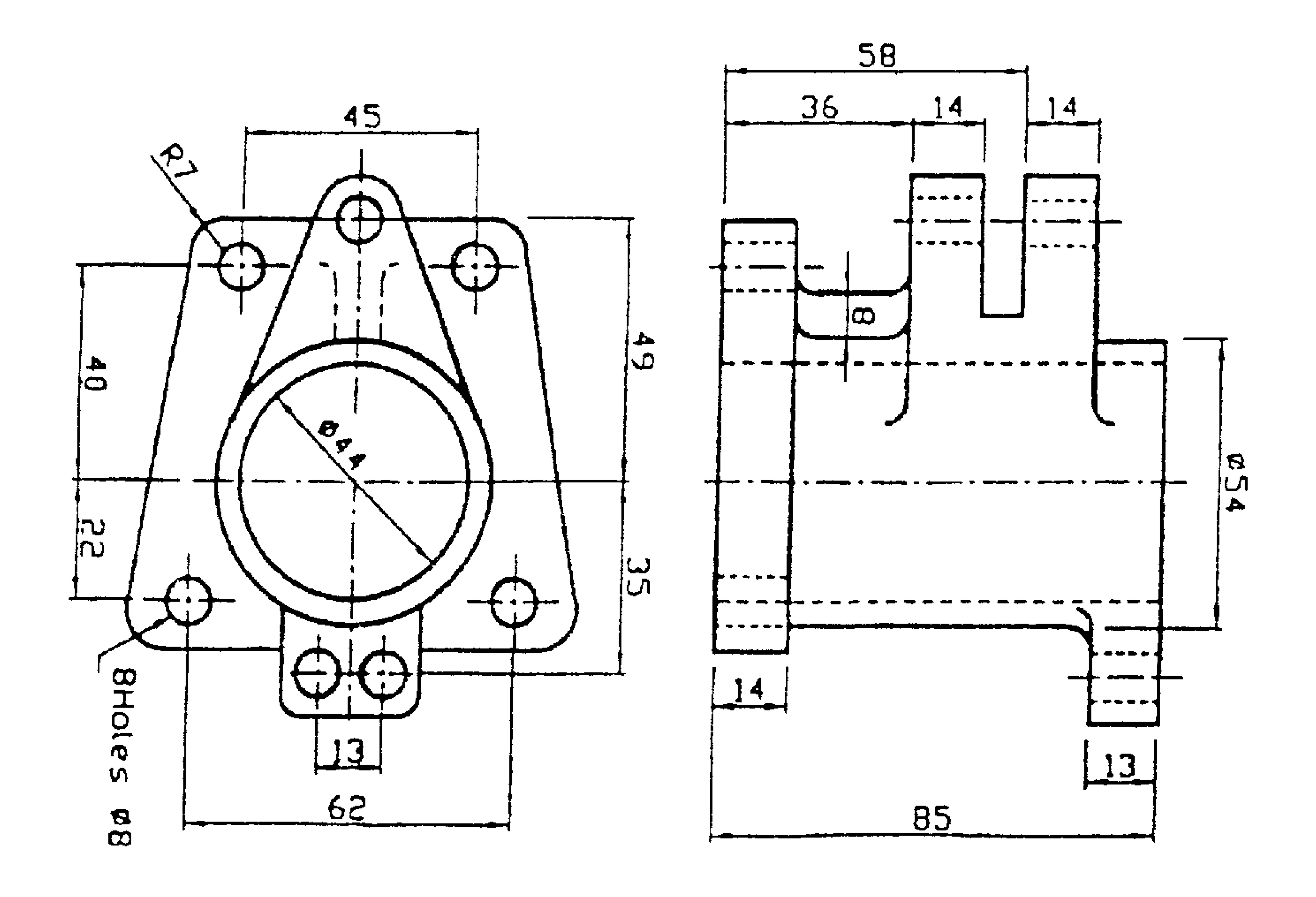


143

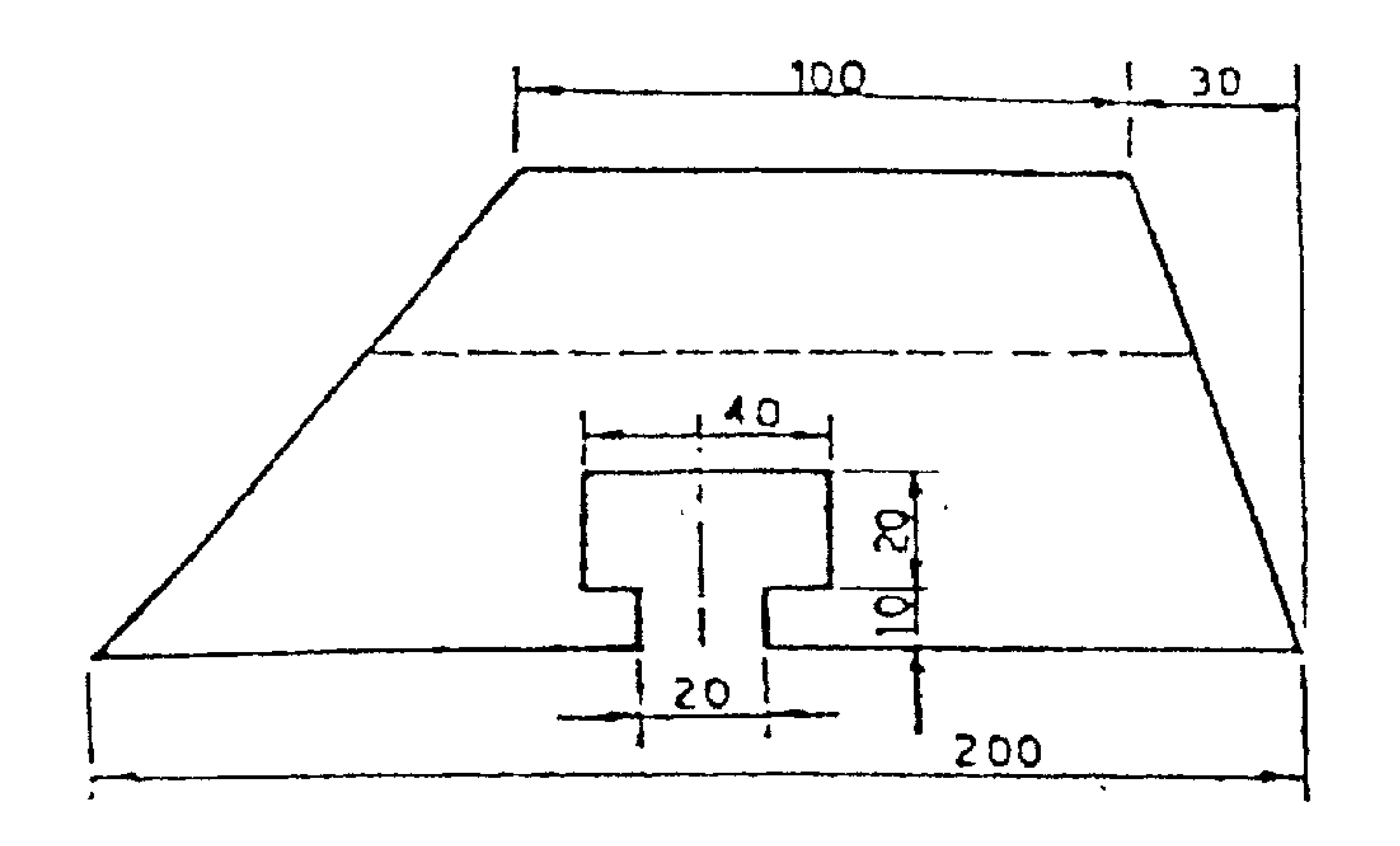

ELEVATION
20
10
30
R
30
D
5
60°
D
15
30
10
120
50
20
40
40
100

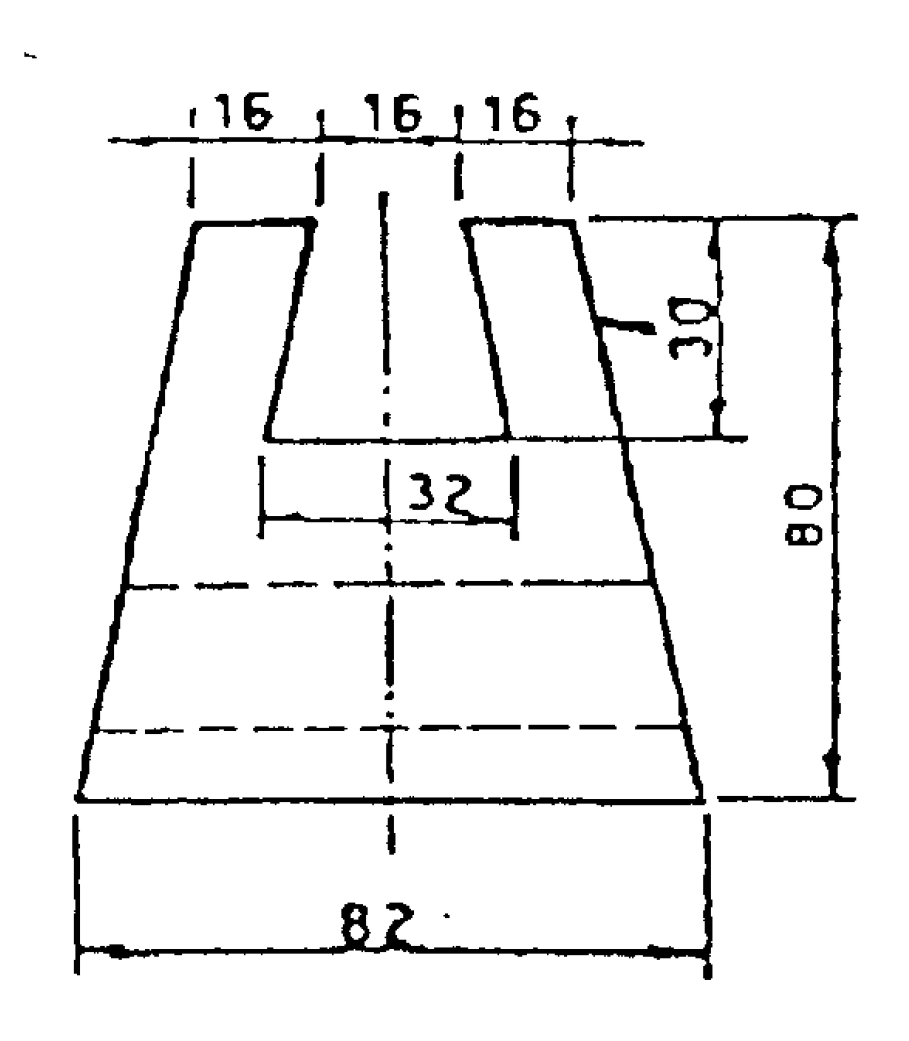
144


SIDE VIEW
90
D
15
30
R
20
D
20
R
60
R
120
10
50
R
30
D
30
R
20
D
30
R
D
30
10

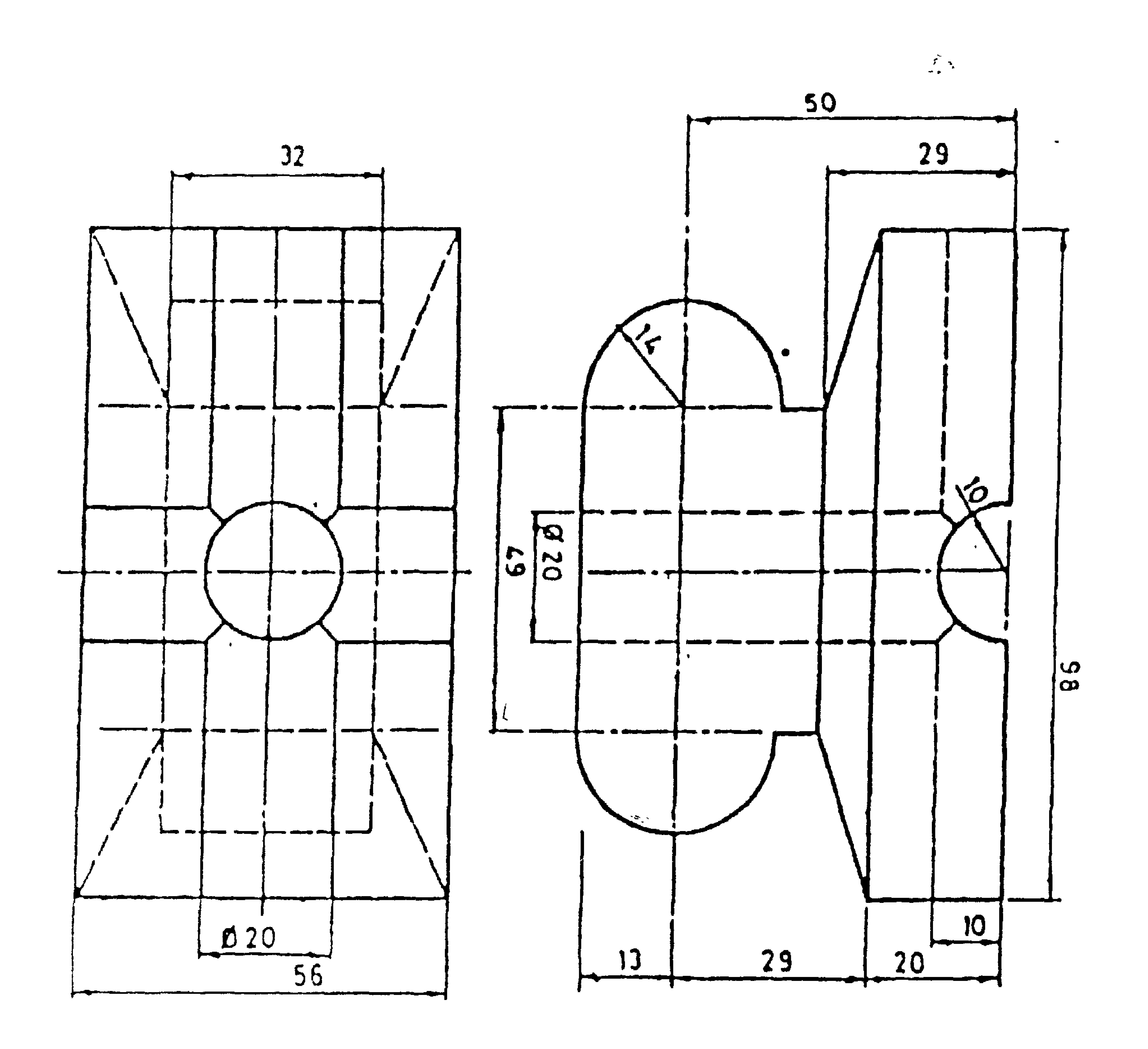

45
R7
58
36
14
14
40
49
8
ø44
ø54
22
35
8Holes ø8
13
62
14
13
85

145

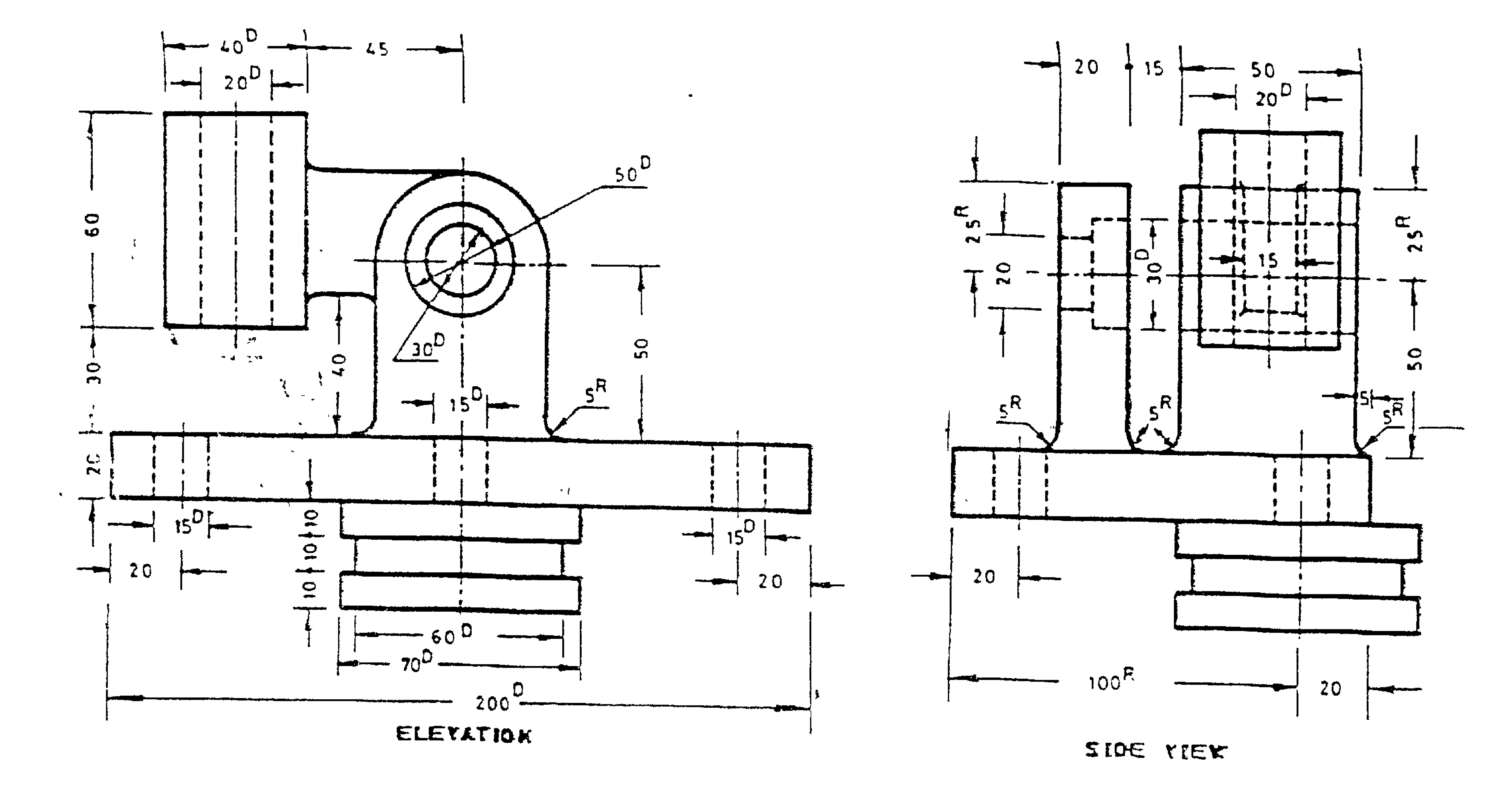

100
30
40
20
10
20
200


16
16
16
30
32
80
82

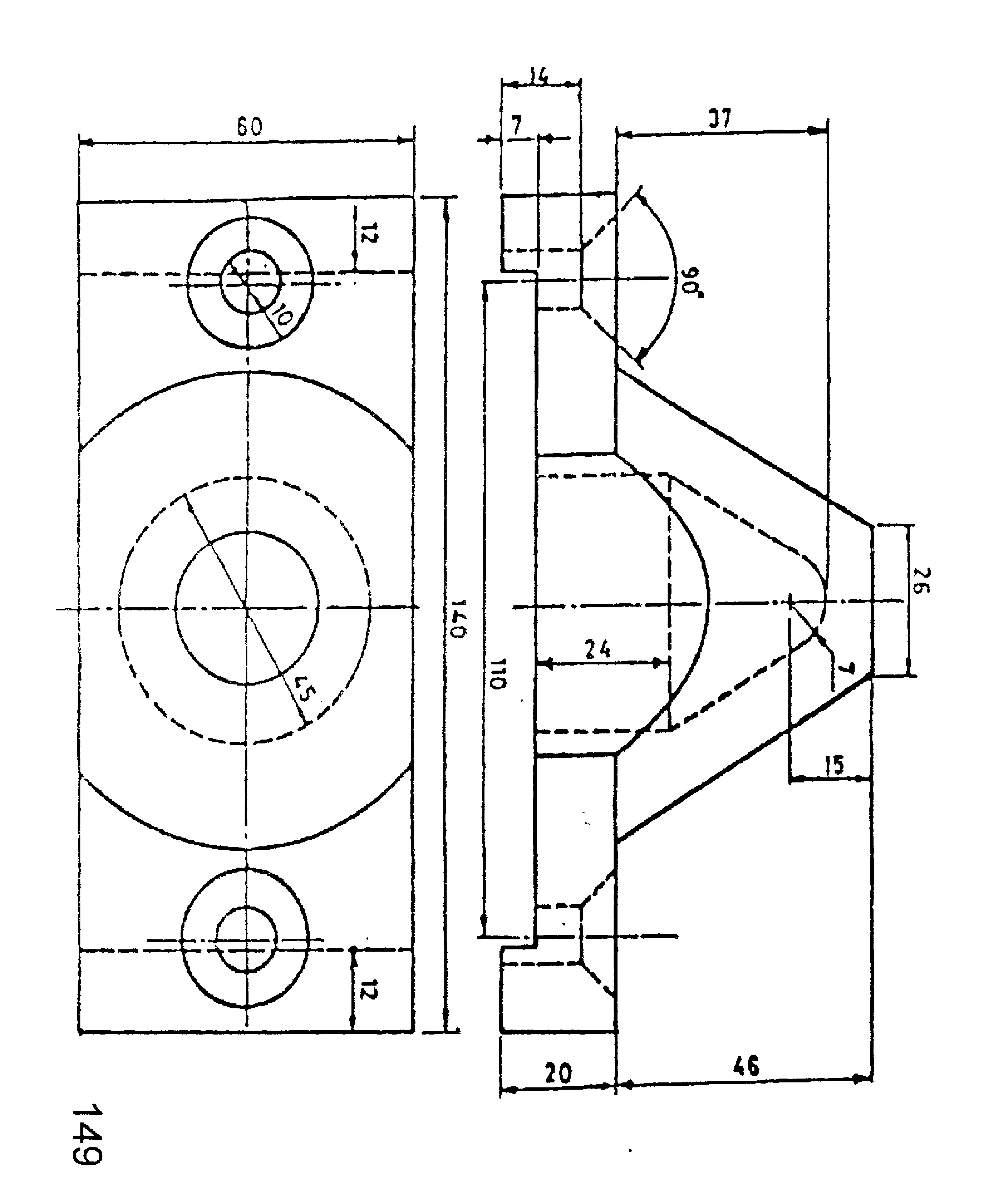
146

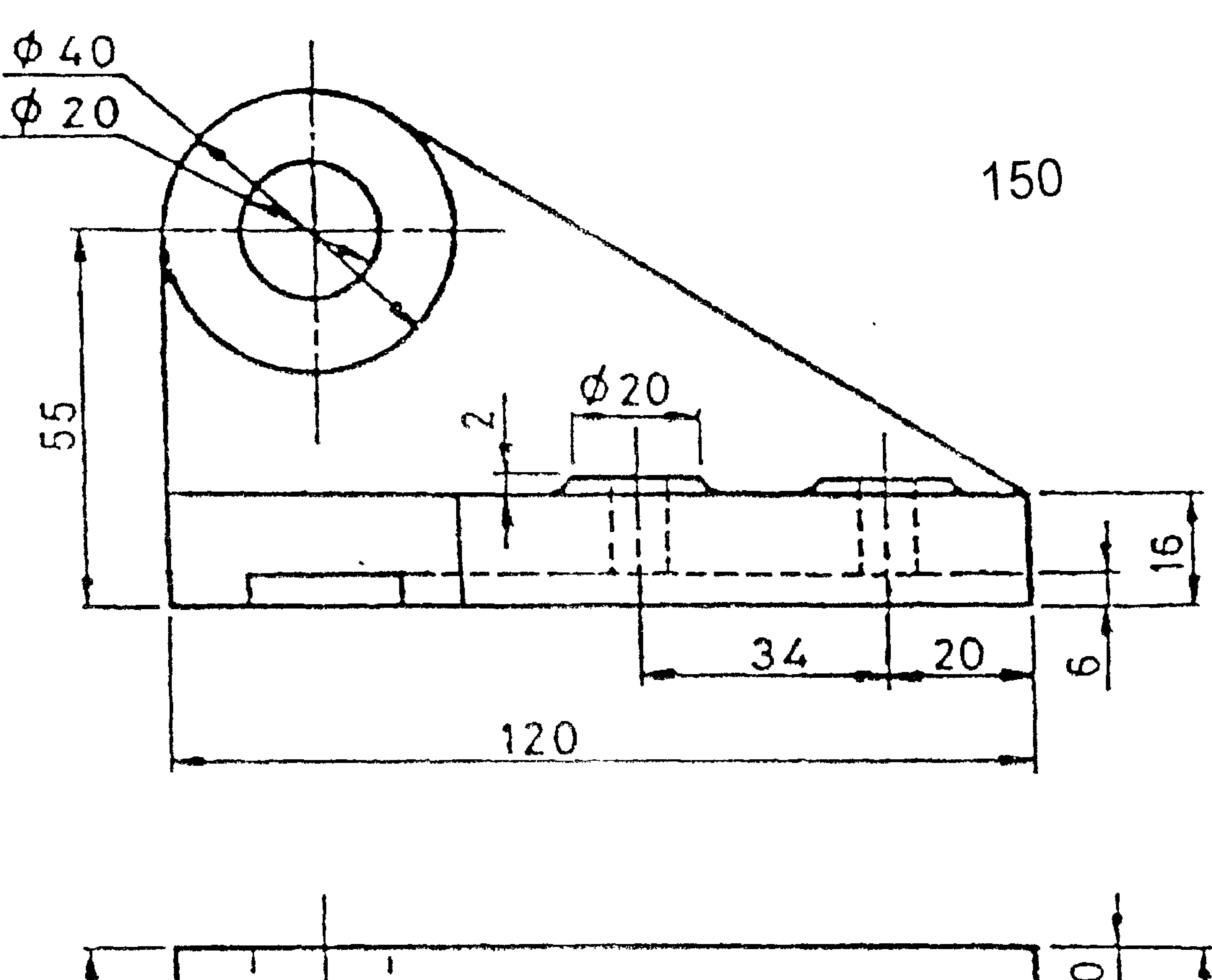


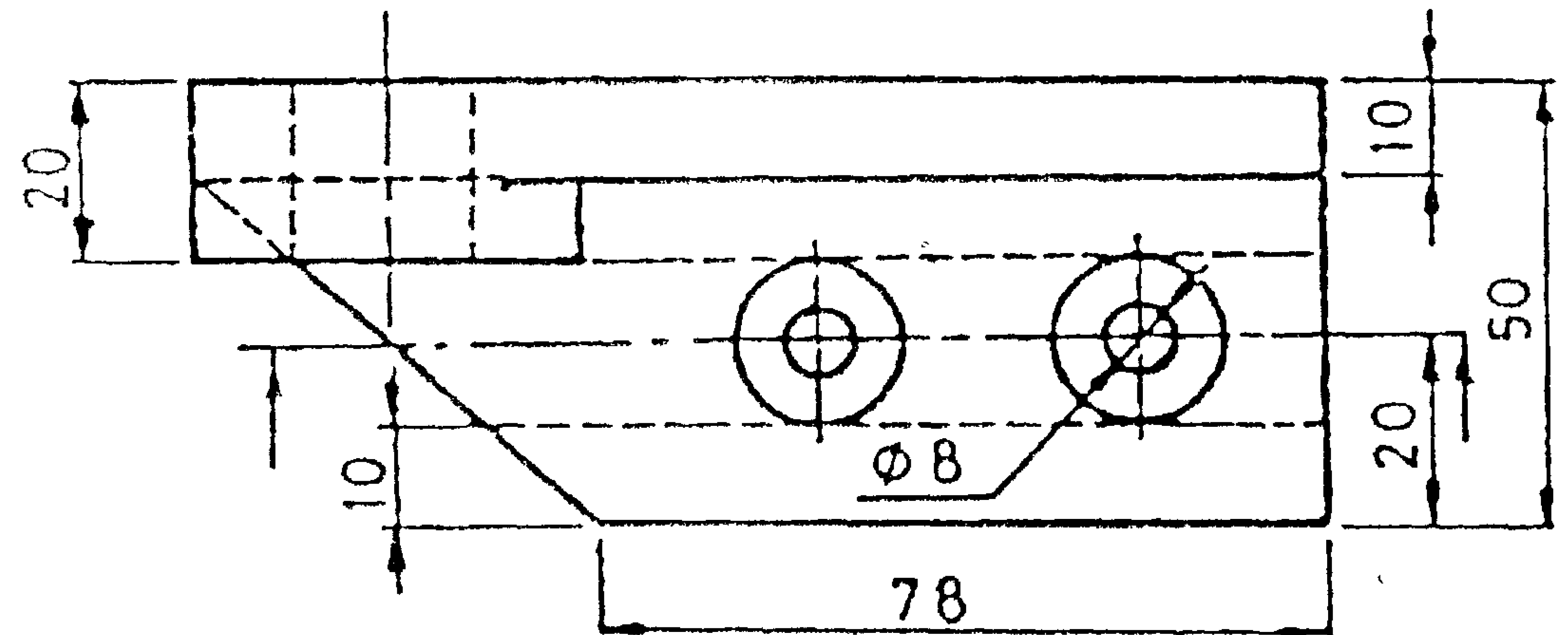
147



148


60
14
7
37
12
10
90°
140
110
24
45
26
7
15
12
20
46
149


Φ 40
Φ 20
150
55
Φ20
2
16
6
34
20
120


20
10
50
20
10
Φ8
78

13

10R

9R

16

1.5

4 holes 1D

2

8

18

22D

ELEVATION

4

2

4

4

8D

5D

6

1

1

1

2

4

2

2

3

1D

1D

2

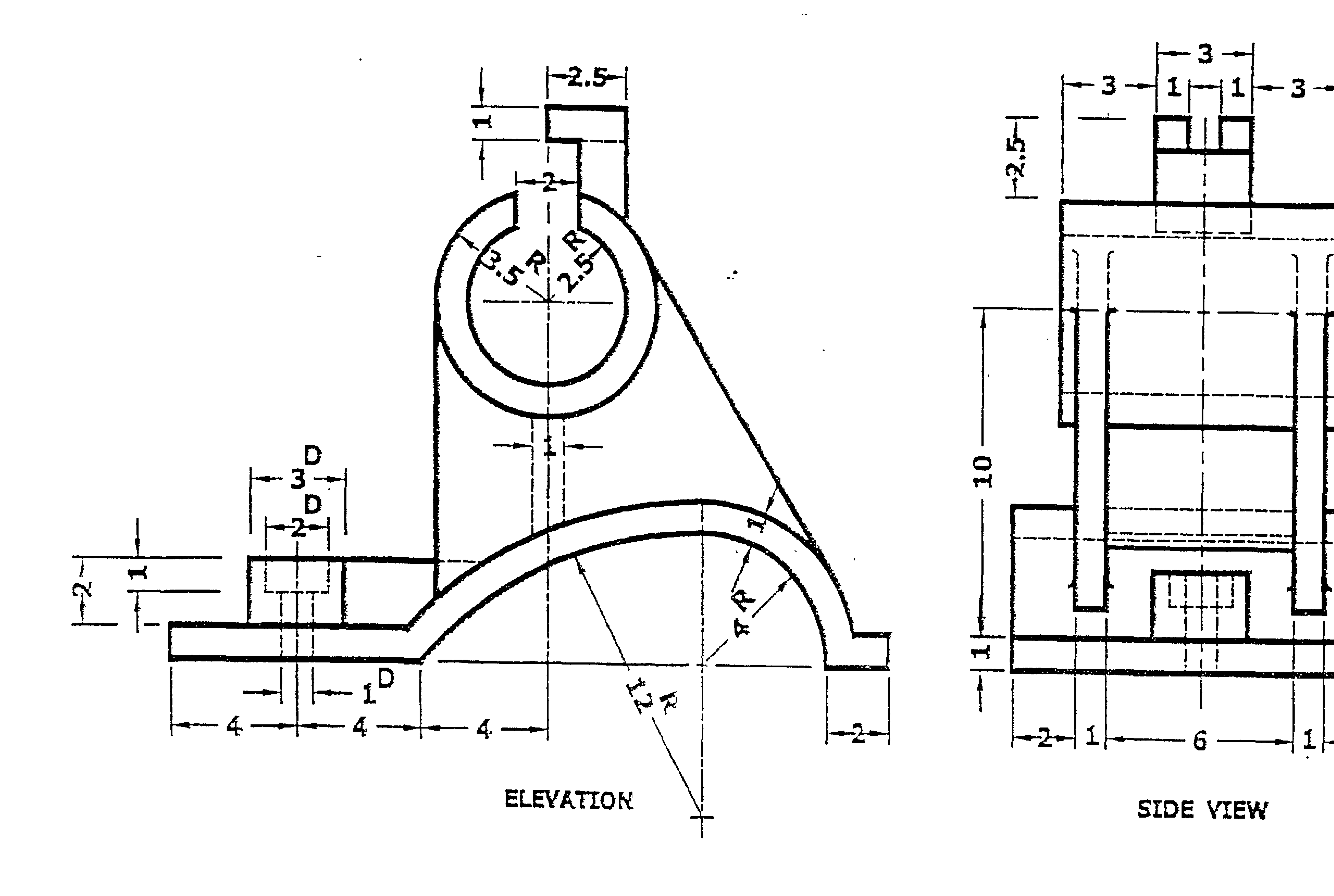
3

3

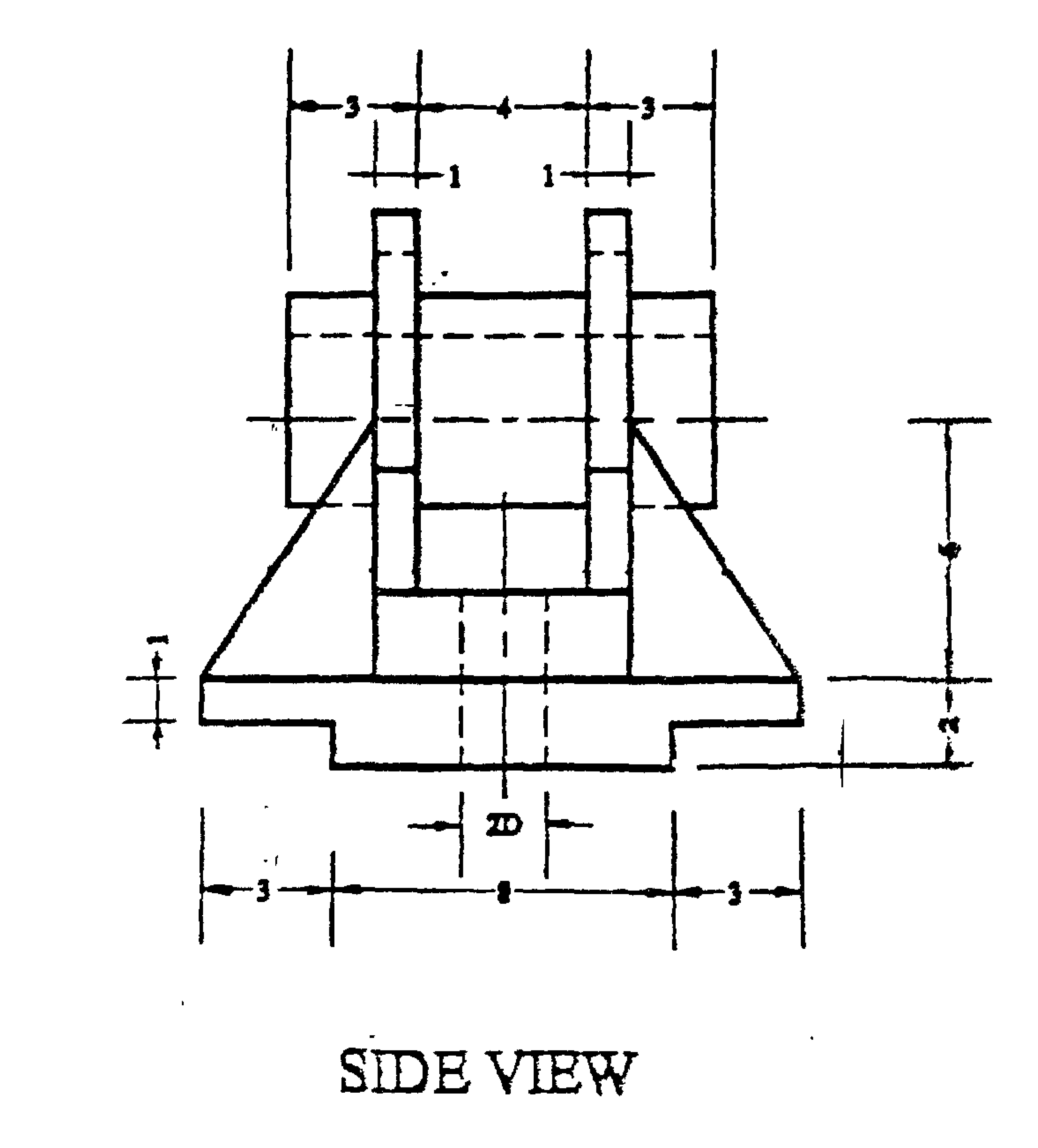
11R

SIDE VIEW

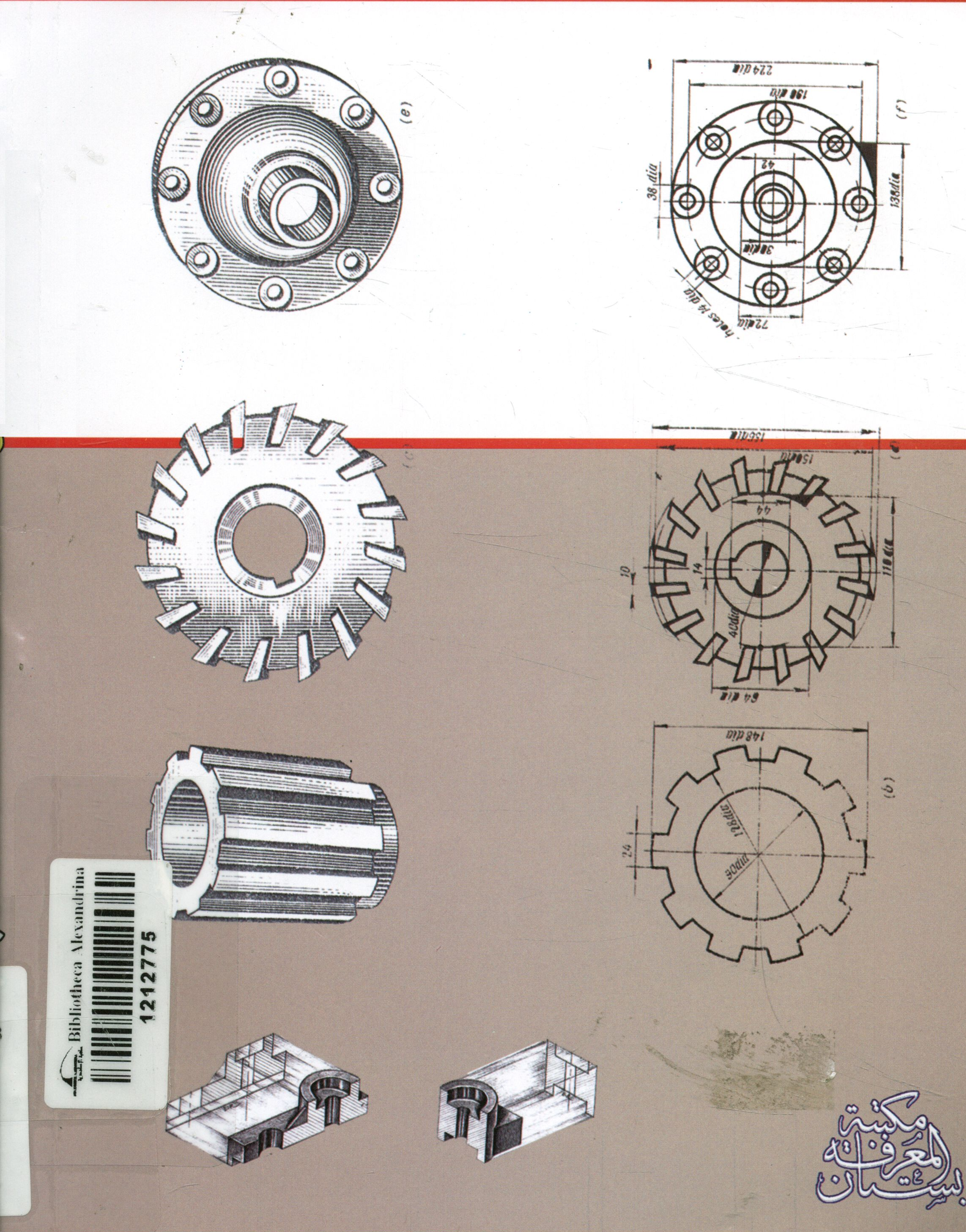



ELEVATION
SIDE VIEW

ELEVATION



SIDE VIEW



224 dia
190 dia
138 dia
38 dia
42
30 dia
72 dia
holes 14 dia
(e)
(f)
156 dia
150 dia
44
110 dia
10
14
40 dia
64 dia
(d)
148 dia
128 dia
90 dia
24
(b)
مكتبة
بستان المعرفة